

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

ÉTUDE DU RÔLE DE LA RÉTROACTION AUDITIVE DANS LA PRODUCTION ET LA  
PERCEPTION DE LA PROSODIE DE L'INTERROGATION CHEZ DES SOURDS  
POSTLINGUISTIQUES IMPLANTÉS

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE  
DE LA MAÎTRISE EN LINGUISTIQUE

PAR

---

MARILYN GIROUX

MAI 2012

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL  
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

*À grand-maman Hélène*

---

## REMERCIEMENTS

À l'Institut Raymond-Dewar, à mes participants sourds et contrôles, à mon « locuteur-corpus » et à mes auditeurs, sans qui rien de tout cela n'aurait été possible, merci.

À ma directrice Lucie Ménard, d'abord pour son écoute et sa capacité de cerner les intérêts de ses étudiants, puis pour son encadrement, sa rigueur, son encouragement, ses commentaires, questions et suggestions qui m'ont mise sur la bonne voie afin de trouver un sujet qui retiendrait mon intérêt du début à la fin, et pour sa compréhensivité, merci.

À mes lecteurs, Christian Cavé (Université Aix-Marseille) et Claire Gélinas-Chebat (UQAM), pour avoir cordialement accepté de lire et commenter mon mémoire et partager avec moi leur connaissance du sujet, et à Denis Foucambert, pour son encadrement au cours de l'élaboration du projet, merci.

À l'équipe du laboratoire de phonétique pour son aide ponctuelle ; plus particulièrement, à Marie-Ève Bouchard, pour ses commentaires, son intérêt, son encouragement et toutes ses suggestions d'améliorations au texte, merci.

À Luc Ostiguy, pour m'avoir encouragée à me lancer dans ce domaine à la suite de mon baccalauréat, merci.

À Jonathan, pour m'avoir soutenue (et endurée!) lors de l'analyse de données et la rédaction, et à ma mère et mon père pour m'avoir appris à aller constamment au-delà de mes limites, et pour m'avoir encouragée toute ma vie à poursuivre ma scolarité jusqu'aux études supérieures, merci.

Finalement, merci au Conseil de Recherche en Sciences Humaines du Canada (CRSH) pour avoir cru en mon projet et offert du financement lors de ma deuxième année de ma maîtrise.



## TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES .....	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	xvi
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES .....	xxiii
RÉSUMÉ .....	xxiv
INTRODUCTION .....	1
CHAPITRE I	
CADRE THÉORIQUE .....	6
1.1 Introduction.....	6
1.2 Les différentes composantes de la parole.....	6
1.2.1 Les composantes segmentale et suprasegmentale .....	6
1.2.2 Les différents paramètres de la composante suprasegmentale (prosodie).....	7
1.3 Perception et production de la parole, le cas de la surdité .....	13
1.3.1 Perception multimodale de la parole .....	13
1.3.2 Audition normale, surdité et implantation cochléaire .....	15
1.4 La théorie du contrôle moteur de la parole par buts auditifs de Perkell.....	22
1.4.1 Les postulats de base .....	22
1.4.2 Intégration de la composante suprasegmentale à la théorie de Perkell .....	24
1.4.3 Implications dans le cas de la prosodie chez les sourds .....	24
1.5 Conclusion .....	25

## CHAPITRE II

## HYPOTHÈSES ..... 27

## 2.1 En production ..... 27

## 2.1.1 À propos des variations de fréquence fondamentale ..... 27

## 2.1.2 À propos de la durée des segments ..... 27

2.1.3 À propos des scores modaux moyens (modalité perçue par des auditeurs)  
des énoncés produits ..... 282.1.4 À propos du lien entre les scores modaux moyens des énoncés produits et  
les paramètres acoustiques ..... 28

## 2.2 En perception ..... 28

## 2.3 Liens entre production et perception ..... 28

## CHAPITRE III

## MÉTHODOLOGIE ..... 29

## 3.1 Participants ..... 29

## 3.2 Procédures ..... 31

## 3.2.1 Test de production ..... 31

## 3.2.2 Évaluation de la production ..... 32

## 3.2.3 Test de perception ..... 33

## 3.3 Extraction et analyse des données ..... 35

## 3.3.1 Test de production ..... 35

## 3.3.2 Test de perception ..... 37

## 3.3.3 Liens entre production (SMM) et perception ..... 38

## CHAPITRE IV

## RÉSULTATS ..... 39

## 4.1 Introduction ..... 39

## 4.2 Analyse des données en production ..... 39

## 4.2.1 Score modal moyen (SMM) des énoncés ..... 40

## 4.2.2 Paramètres acoustiques ..... 44

## 4.2.3 Liens entre SMM des énoncés et paramètres acoustiques ..... 50

4.3	Perception des participants.....	59
4.4	Liens entre production (SMM) et perception.....	61
4.5	Récapitulation des résultats.....	63
CHAPITRE V		
DISCUSSION.....		66
5.1	Comparaison des résultats obtenus avec ceux d'études antérieures.....	66
5.2	Survol des cas de figure particuliers .....	72
5.2.1	Le cas du participant Sourd 1 .....	72
5.2.2	Le cas de l'énoncé « Vous avez aimé la magie ».....	72
5.3	Limites de l'étude.....	74
CONCLUSION.....		77
BIBLIOGRAPHIE.....		79
APPENDICE A.....		85
APPENDICE B.....		87
APPENDICE C.....		88
APPENDICE D.....		125
APPENDICE E.....		131
APPENDICE F.....		137
APPENDICE G.....		174
APPENDICE H.....		181
APPENDICE I .....		185

## LISTE DES FIGURES

Figure	Page
1.1 Spectrogramme de l'énoncé « la dame » .....	7
1.2 Capture d'écran de Praat illustrant les diverses composantes suprasegmentales....	10
1.3 Courbes de fréquence fondamentale de la syllabe finale.....	12
1.4 La structure de l'oreille .....	15
1.5 L'implant cochléaire .....	17
4.1 Score modal moyen des énoncés assertifs et interrogatifs par groupe, pour chaque condition de feedback (les marges d'erreur représentent les valeurs d'écart-type)	41
4.2 Score modal moyen des énoncés assertifs et interrogatifs par modalité, par locuteur, pour chaque condition de feedback (les marges d'erreur représentent les valeurs d'écart-type) .....	43
4.3 Fréquence fondamentale moyenne (en demi-tons) et écarts-types moyens (barres d'erreur) pour les énoncés par modalité, par participant, par condition de feedback .....	46
4.4 Pourcentage d'énoncés au SMM positif selon le type de courbe de fréquence fondamentale de la syllabe finale, par condition de feedback .....	48
4.5 Durée moyenne des voyelles (en secondes) pour chaque condition de feedback et valeurs d'écart-type (barres d'erreur) .....	49
4.6 SMM en fonction de la différence de hauteur entre l'avant-dernière et la dernière syllabe, participant Contrôle 1 .....	51
4.7 SMM en fonction de la différence de hauteur entre l'avant-dernière et la dernière syllabe, participant Contrôle 2 .....	52
4.8 SMM en fonction de la différence de hauteur entre l'avant-dernière et la dernière syllabe, participant Contrôle 3.....	52
4.9 SMM en fonction de la différence de hauteur entre l'avant-dernière et la dernière syllabe, participant Sourd 1 .....	53
4.10 SMM en fonction de la différence de hauteur entre l'avant-dernière et la dernière syllabe, participant Sourd 2 .....	54

4.11	SMM en fonction de la différence de hauteur entre l'avant-dernière et la dernière syllabe, participant Sourd 3 .....	54
4.12	SMM en fonction de la proportion de la durée de la dernière syllabe sur la durée totale de l'énoncé pour le locuteur Contrôle 1 .....	56
4.13	SMM en fonction de la proportion de la durée de la dernière syllabe sur la durée totale de l'énoncé pour le locuteur Contrôle 2 .....	56
4.14	SMM en fonction de la proportion de la durée de la dernière syllabe sur la durée totale de l'énoncé pour le locuteur Contrôle 3 .....	57
4.15	SMM en fonction de la proportion de la durée de la dernière syllabe sur la durée totale de l'énoncé pour le locuteur Sourd 1 .....	57
4.16	SMM en fonction de la proportion de la durée de la dernière syllabe sur la durée totale de l'énoncé pour le locuteur Sourd 2 .....	58
4.17	SMM en fonction de la proportion de la durée de la dernière syllabe sur la durée totale de l'énoncé pour le locuteur Sourd 3.....	58
4.18	Pourcentage de bonnes réponses obtenues au test de perception, par participant 60	
4.19	Pourcentage moyen de bonnes réponses obtenues au test de perception, par groupe de participants et par modalité.....	61
4.20	Relation entre le score modal moyen obtenu en production et le résultat au test de perception, par modalité, par participant et par condition de feedback, tous six énoncés confondus .....	63
5.1	SMM par énoncé et par modalité, tous locuteurs contrôles confondus .....	73
5.2	SMM par énoncé par modalité, tous locuteurs sourds confondus .....	74
A.1	Audiogramme du participant Contrôle 1 .....	85
A.2	Audiogramme du participant Contrôle 2 .....	86
A.3	Audiogramme du participant Contrôle 3 .....	86
C.1	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « alibi », participant Contrôle 1 .....	88
C.2	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « habits », participant Contrôle 1 .....	88
C.3	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « julie », participant Contrôle 1 .....	89
C.4	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « magie », participant Contrôle 1 .....	89
C.5	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « midi », participant Contrôle 1 .....	89
C.6	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « ordis », participant Contrôle 1 .....	90

C.7	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « alibi », participant Contrôle 1 .....	90
C.8	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « habits », participant Contrôle 1 .....	90
C.9	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « julie », participant Contrôle 1 .....	91
C.10	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « magie », participant Contrôle 1 .....	91
C.11	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « midi », participant Contrôle 1 .....	91
C.12	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « ordis », participant Contrôle 1 .....	92
C.13	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « alibi », participant Contrôle 2 .....	92
C.14	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « habits », participant Contrôle 2 .....	92
C.15	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « julie », participant Contrôle 2 .....	93
C.16	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « magie », participant Contrôle 2 .....	93
C.17	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « midi », participant Contrôle 2 .....	93
C.18	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « ordis », participant Contrôle 2 .....	94
C.19	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « alibi », participant Contrôle 2 .....	94
C.20	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « habits », participant Contrôle 2 .....	94
C.21	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « julie », participant Contrôle 2 .....	95
C.22	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « magie », participant Contrôle 2 .....	95
C.23	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « midi », participant Contrôle 2 .....	95
C.24	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « ordis », participant Contrôle 2 .....	96
C.25	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « alibi », participant Contrôle 3 .....	96

C.26	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « habits », participant Contrôle 3 .....	96
C.27	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « julie », participant Contrôle 3 .....	97
C.28	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « magie », participant Contrôle 3 .....	97
C.29	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « midi », participant Contrôle 3 .....	97
C.30	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « ordis », participant Contrôle 3 .....	98
C.31	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « alibi », participant Contrôle 3 .....	98
C.32	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « habits », participant Contrôle 3 .....	98
C.33	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « julie », participant Contrôle 3 .....	99
C.34	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « magie », participant Contrôle 3 .....	99
C.35	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « midi », participant Contrôle 3 .....	99
C.36	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « ordis », participant Contrôle 3 .....	100
C.37	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « alibi », participant Sourd 1, implant éteint .....	100
C.38	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « habits », participant Sourd 1, implant éteint .....	100
C.39	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « julie », participant Sourd 1, implant éteint .....	101
C.40	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « magie », participant Sourd 1, implant éteint .....	101
C.41	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « midi », participant Sourd 1, implant éteint .....	101
C.42	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « ordis », participant Sourd 1, implant éteint .....	102
C.43	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « alibi », participant Sourd 1, implant éteint .....	102
C.44	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « habits », participant Sourd 1, implant éteint .....	102



C.45	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « julie », participant Sourd 1, implant éteint .....	103
C.46	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « magie », participant Sourd 1, implant éteint .....	103
C.47	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « midi », participant Sourd 1, implant éteint .....	103
C.48	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « ordis », participant Sourd 1, implant éteint .....	104
C.49	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « alibi », participant Sourd 1, implant en marche .....	104
C.50	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « habits », participant Sourd 1, implant en marche .....	104
C.51	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « julie », participant Sourd 1, implant en marche .....	105
C.52	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « magie », participant Sourd 1, implant en marche .....	105
C.53	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « midi », participant Sourd 1, implant en marche .....	105
C.54	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « ordis », participant Sourd 1, implant en marche .....	106
C.55	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « alibi », participant Sourd 1, implant en marche.....	106
C.56	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « habits », participant Sourd 1, implant en marche.....	106
C.57	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « julie », participant Sourd 1, implant en marche .....	107
C.58	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « magie », participant Sourd 1, implant en marche .....	107
C.59	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « midi », participant Sourd 1, implant en marche .....	107
C.60	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « ordis », participant Sourd 1, implant en marche .....	108
C.61	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « alibi », participant Sourd 2, implant éteint .....	108
C.62	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « habits », participant Sourd 2, implant éteint .....	108
C.63	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « julie », participant Sourd 2, implant éteint .....	109



C.64	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « magie », participant Sourd 2, implant éteint .....	109
C.65	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « midi », participant Sourd 2, implant éteint .....	109
C.66	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « ordis », participant Sourd 2, implant éteint .....	110
C.67	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « alibi », participant Sourd 2, implant éteint .....	110
C.68	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « habits », participant Sourd 2, implant éteint .....	110
C.69	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « julie », participant Sourd 2, implant éteint .....	111
C.70	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « magie », participant Sourd 2, implant éteint .....	111
C.71	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « midi », participant Sourd 2, implant éteint .....	111
C.72	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « ordis », participant Sourd 2, implant éteint .....	112
C.73	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « alibi », participant Sourd 2, implant en marche .....	112
C.74	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « habits », participant Sourd 2, implant en marche .....	112
C.75	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « julie », participant Sourd 2, implant en marche .....	113
C.76	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « magie », participant Sourd 2, implant en marche .....	113
C.77	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « midi », participant Sourd 2, implant en marche .....	113
C.78	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « ordis », participant Sourd 2, implant en marche .....	114
C.79	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « alibi », participant Sourd 2, implant en marche .....	114
C.80	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « habits », participant Sourd 2, implant en marche .....	114
C.81	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « julie », participant Sourd 2, implant en marche .....	115
C.82	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « magie », participant Sourd 2, implant en marche.....	115

C.83	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « midi », participant Sourd 2, implant en marche .....	115
C.84	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « ordis », participant Sourd 2, implant en marche .....	116
C.85	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « alibi », participant Sourd 3, implant éteint .....	116
C.86	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « habits », participant Sourd 3, implant éteint .....	116
C.87	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « julie », participant Sourd 3, implant éteint .....	117
C.88	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « magie », participant Sourd 3, implant éteint .....	117
C.89	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « midi », participant Sourd 3, implant éteint .....	117
C.90	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « ordis », participant Sourd 3, implant éteint .....	118
C.91	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « alibi », participant Sourd 3, implant éteint .....	118
C.92	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « habits », participant Sourd 3, implant éteint .....	118
C.93	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « julie », participant Sourd 3, implant éteint .....	119
C.94	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « magie », participant Sourd 3, implant éteint .....	119
C.95	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « midi », participant Sourd 3, implant éteint .....	119
C.96	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « ordis », participant Sourd 3, implant éteint .....	120
C.97	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « alibi », participant Sourd 3, implant en marche .....	120
C.98	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « habits », participant Sourd 3, implant en marche .....	120
C.99	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « julie », participant Sourd 3, implant en marche .....	121
C.100	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « midi », participant Sourd 3, implant en marche .....	121
C.101	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « ordis », participant Sourd 3, implant en marche .....	121

C.102	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « magie », participant Sourd 3, implant en marche.....	122
C.103	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « alibi », participant Sourd 3, implant en marche .....	122
C.104	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « habits », participant Sourd 3, implant en marche .....	122
C.105	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « julie », participant Sourd 3, implant en marche.....	123
C.106	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « magie », participant Sourd 3, implant en marche .....	123
C.107	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « midi », participant Sourd 3, implant en marche .....	123
C.108	Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « ordis », participant Sourd 3, implant en marche .....	124
D.1	Fréquence fondamentale moyenne (en Hertz) et écarts-types moyens pour les énoncés par modalité, par participant, par condition de feedback .....	125
D.2	Étendue de la fréquence fondamentale dans les énoncés du locuteur Contrôle 1, par modalité .....	126
D.3	Étendue de la fréquence fondamentale dans les énoncés du locuteur Contrôle 2, par modalité .....	126
D.4	Étendue de la fréquence fondamentale dans les énoncés du locuteur Contrôle 3, par modalité .....	127
D.5	Étendue de la fréquence fondamentale dans les énoncés du locuteur Sourd 1, par modalité et par condition de feedback .....	128
D.6	Étendue de la fréquence fondamentale pour les énoncés du locuteur Sourd 2, par modalité et par condition de feedback .....	129
D.7	Étendue de la fréquence fondamentale pour les énoncés du locuteur Sourd 3, par modalité et par condition de feedback.....	130
E.1	Variations de hauteur entre les deux dernières syllabes, en demi-tons (dT), chez le locuteur Contrôle 1 .....	131
E.2	Variations de hauteur entre les deux dernières syllabes, en demi-tons (dT), chez le locuteur Contrôle 2 .....	132
E.3	Variations de hauteur entre les deux dernières syllabes, en demi-tons (dT), chez le locuteur Contrôle 3 .....	133
E.4	Variations de hauteur entre les deux dernières syllabes, en demi-tons (dT), chez le locuteur Sourd 1 .....	134
E.5	Variations de hauteur entre les deux dernières syllabes, en demi-tons (dT), chez le locuteur Sourd 2 .....	135

E.6	Variations de hauteur entre les deux dernières syllabes, en demi-tons (dT), chez le locuteur Sourd 3 .....	136
G.1	SMM en fonction de l'étendue de fréquence fondamentale, participant Contrôle 1 .....	174
G.2	SMM en fonction de l'étendue de fréquence fondamentale, participant Contrôle 2 .....	175
G.3	SMM en fonction de l'étendue de fréquence fondamentale, participant Contrôle 3 .....	175
G.4	SMM en fonction de l'étendue de fréquence fondamentale, participant Sourd 1 ..	176
G.5	SMM en fonction de l'étendue de fréquence fondamentale, participant Sourd 2 ..	176
G.6	SMM en fonction de l'étendue de fréquence fondamentale, participant Sourd 3 ..	177
G.7	SMM en fonction de l'écart-type de la fréquence fondamentale, participant Contrôle 1 .....	177
G.8	SMM en fonction de l'écart-type de la fréquence fondamentale, participant Contrôle 2 .....	178
G.9	SMM en fonction de l'écart-type de la fréquence fondamentale, participant Contrôle 3 .....	178
G.10	SMM en fonction de l'écart-type de la fréquence fondamentale, participant Sourd 1 .....	179
G.11	SMM en fonction de l'écart-type de fréquence fondamentale, participant Sourd 2 .....	179
G.12	SMM en fonction de l'écart-type de la fréquence fondamentale, participant Sourd 3 .....	180
H.1	SMM en fonction de l'écart-type de la durée des syllabes pour le locuteur Contrôle 1 .....	181
H.2	SMM en fonction de l'écart-type de la durée des syllabes pour le locuteur Contrôle 2 .....	182
H.3	SMM en fonction de l'écart-type de la durée des syllabes pour le locuteur Contrôle 3 .....	182
H.4	SMM en fonction de l'écart-type de la durée des syllabes pour le locuteur Sourd 1 .....	183
H.5	SMM en fonction de l'écart-type de la durée des syllabes pour le locuteur Sourd 2 .....	183
H.6	SMM en fonction de l'écart-type de la durée des syllabes pour le locuteur Sourd 3 .....	184
I.1	Analyse des erreurs (barres grises), tous locuteurs sourds confondus .....	185
I.2	Analyse des erreurs (barres grises), tous locuteurs contrôles confondus .....	186

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
3.1 Informations relatives aux participants sourds .....	30
3.2 Informations relatives aux participants contrôles .....	30
3.3 Exemple de cas problématique dans la compilation des données acoustiques en production.....	37
4.1 Récapitulation des résultats .....	64
B.1 Équivalences entre la notation alphanumérique et l'API .....	87
F.1 Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 1 .....	137
F.2 Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 1 .....	137
F.3 Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 1 .....	138
F.4 Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 1 .....	138
F.5 Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 1 .....	138
F.6 Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 1 .....	139
F.7 Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 1 .....	139
F.8 Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 1 .....	139
F.9 Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 1 .....	140
F.10 Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 1 .....	140
F.11 Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 1 .....	140

F.12	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 1 .....	141
F.13	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 2 .....	141
F.14	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 2 .....	141
F.15	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 2 .....	142
F.16	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 2 .....	142
F.17	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 2 .....	142
F.18	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 2 .....	143
F.19	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 2 .....	143
F.20	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 2 .....	143
F.21	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 2 .....	144
F.22	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 2 .....	144
F.23	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 2 .....	144
F.24	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 2 .....	145
F.25	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 3 .....	145
5.2	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 3 .....	145
F.26	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 3 .....	146
F.27	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 3 .....	146
F.28	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 3 .....	146
F.29	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 3 .....	147



F.30	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 3.....	147
F.31	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 3.....	147
F.32	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 3.....	148
F.33	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 3.....	148
F.34	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 3.....	148
F.35	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 3.....	149
F.36	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint.....	149
F.37	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint.....	149
F.38	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint.....	150
F.39	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint.....	150
F.40	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint.....	150
F.41	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint.....	151
F.42	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint.....	151
F.43	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint.....	151
F.44	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint.....	152
F.45	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint.....	152
F.46	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint.....	152
F.47	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint.....	153
F.48	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche.....	153

F.49	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche .....	153
F.50	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche .....	154
F.51	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche .....	154
F.52	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche .....	154
F.53	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche .....	155
F.54	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche .....	155
F.55	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche .....	155
F.56	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche .....	156
F.57	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche .....	156
F.58	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche .....	156
F.59	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche .....	157
F.60	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint .....	157
F.61	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint .....	157
F.62	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint .....	158
F.63	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint .....	158
F.64	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint .....	158
F.65	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint .....	159
F.66	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint .....	159
F.67	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint .....	159



F.68	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint .....	160
F.69	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint .....	160
F.70	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint .....	160
F.71	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint .....	161
F.72	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche .....	161
F.73	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche .....	161
F.74	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche .....	162
F.75	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche .....	162
F.76	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche .....	162
F.77	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche .....	163
F.78	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche .....	163
F.79	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche .....	163
F.80	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche .....	164
F.81	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche .....	164
F.82	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche .....	164
F.83	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche .....	165
F.84	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint .....	165
F.85	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint .....	165
F.86	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint .....	166

F.87	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint .....	166
F.88	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint .....	166
F.89	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint .....	167
F.90	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint .....	167
F.91	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint .....	167
F.92	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint .....	168
F.93	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint .....	168
F.94	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint .....	168
F.95	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint .....	169
F.96	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche .....	169
F.97	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche .....	169
F.98	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche .....	170
F.99	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche .....	170
F.100	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche .....	170
F.101	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche .....	171
F.102	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche .....	171
F.103	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche .....	171
F.104	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche .....	172
F.105	Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche .....	172

- F.106 Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité interrogative,  
chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche ..... 172
- F.107 Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité interrogative,  
chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche ..... 173

## LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

I	Énoncé interrogatif
N	Énoncé neutre
A	Énoncé assertif
F <sub>0</sub>	Fréquence fondamentale
SMM	Score modal moyen

### Énoncés :

alibi	« La dame a un bon alibi »
habits	« Didier a vu les beaux habits »
julie	« Marie admire grand-mère Julie »
magie	« Vous avez aimé la magie »
midi	« Ils arriveront avant midi »
ordis	« Elles aimeraient de nouveaux ordis »

---

## RÉSUMÉ

La théorie du contrôle moteur de la parole par buts auditifs de Perkell soutient que la rétroaction auditive jouerait un rôle important lors de l'acquisition du langage en permettant la construction d'un modèle interne de la relation entre articulation et résultat acoustique. Une fois mature, ce modèle serait maintenu à jour grâce à l'audition, qui permettrait d'ajuster la production de la parole afin d'en assurer l'intelligibilité. De plus, il fournirait des commandes motrices (*feedforward commands*) permettant la production de la parole sans que le locuteur ait constamment à se fier à son audition. Or, les personnes sourdes postlinguistiques profondes ne peuvent plus se fier à la rétroaction auditive pour maintenir à jour leur modèle interne. Par ailleurs, les implants cochléaires ne permettraient pas une bonne perception des paramètres suprasegmentaux (qui composent la prosodie). La perception de ces paramètres étant touchée, la représentation interne serait affectée. Qui plus est, ces paramètres seraient, dans la parole, ceux qui se dégradent le plus rapidement en l'absence de rétroaction auditive. Ce mémoire a donc pour but, d'une part, d'observer les capacités de production des paramètres prosodiques par des sourds porteurs d'implant cochléaire, tant avec leur implant en marche qu'avec leur implant éteint ; d'autre part, d'évaluer leurs capacités de perception des indices prosodiques ; enfin, d'établir un lien entre les capacités de production et de perception de ces locuteurs en ce qui a trait à la prosodie. Des énoncés interrogatifs et assertifs non marqués linguistiquement ont été produits par trois participants sourds et trois participants contrôles, puis évalués par des auditeurs. Les mêmes énoncés, enregistrés par un homme puis manipulés pour obtenir des courbes intonatives assertives et interrogatives, servaient de corpus à un test de perception. Ces tests ont montré que les participants sourds, tant en condition d'implant éteint qu'en condition d'implant en marche, produisaient plus de variations de fréquence fondamentale et des segments plus longs que les locuteurs contrôles. Leurs énoncés interrogatifs étaient moins bien évalués par les auditeurs que ceux des locuteurs contrôles. Au test de perception, les sourds ont, dans l'ensemble du test, obtenu de moins bons résultats que les participants contrôles. Ceux ayant reçu les moins bonnes évaluations de leurs énoncés produits sont aussi ceux qui ont le moins bien réussi au test de perception. Dans l'ensemble, ces résultats corroborent le postulat de la théorie du contrôle moteur par buts auditifs qui veut que l'audition joue un rôle important dans la parole.

Mots-clés : surdité postlinguistique, audition, implant cochléaire, prosodie, rétroaction auditive, théorie du contrôle moteur de la parole par buts auditifs de Perkell

## INTRODUCTION

La communication humaine implique des composantes verbales et non verbales (Knapp et Hall, 2010). La communication non verbale rassemble tous les messages qui sont envoyés, de façon consciente ou non, sans l'aide de mots : sont inclus ici tous les indices<sup>1</sup> physiques tels que la kinésique (la posture et les gestes d'une personne), la proxémique (distance à laquelle se tiennent les gens) ou l'apparence physique. Quant à elle, la communication verbale passe par l'usage de mots, comme dans la parole, l'écriture ou encore la langue des signes.

En phonétique, on divise la parole en deux composantes : segmentale et suprasegmentale. L'étude de la composante segmentale s'intéresse aux différents sons du langage (phonèmes) individuellement. Par exemple, du côté articulatoire, on pourrait observer la position de la langue et des lèvres dans la production d'un phonème ; du côté acoustique, on pourrait calculer les fréquences renforcées (formants) qui distinguent une voyelle d'une autre.

L'étude de la composante suprasegmentale – aussi appelé *prosodie* – porte son attention sur divers éléments (paramètres) ayant besoin des mots pour s'actualiser mais n'en faisant pas partie intrinsèquement : on pense ici au « volume » (l'intensité) de la parole, à la vitesse de prononciation, ou encore à la mélodie (les fluctuations dans la hauteur de la voix). Grâce à l'utilisation adéquate de ces différents paramètres, la prosodie peut notamment refléter la syntaxe d'un énoncé, mettre l'accent sur un mot donné, ou encore donner des indices sur l'intention ou l'émotion du locuteur (Fónagy, 2003). De plus, non seulement la prosodie peut-elle renforcer la modalité d'un énoncé où celle-ci est marquée linguistiquement (par exemple, dans le cas de la modalité interrogative, avec les mots « est-ce que » ou une

---

<sup>1</sup> Le terme « indice » n'est pas utilisé au sens sociolinguistique. Il est plutôt synonyme, dans la présente d'étude, de « caractéristiques » et « paramètres ».

inversion du sujet et du verbe), mais elle est aussi généralement nécessaire et suffisante dans le cas d'un énoncé non marqué linguistiquement. En d'autres mots, la modalité d'un énoncé sans marqueur linguistique ne peut être indiquée que par l'utilisation d'une prosodie adéquate.

Alors que certains des paramètres segmentaux s'observent parfois facilement (comme l'arrondissement des lèvres dans la production d'un « o » ou la fermeture complète des lèvres dans la production d'un « m »), les paramètres qui composent la prosodie sont au contraire très subtils visuellement. Par exemple, la modulation de la hauteur de la voix se situe seulement au niveau de la tension des cordes vocales. Ainsi, pour les personnes sourdes, qui doivent se fier principalement aux indices visuels pour percevoir la parole (Bernstein, Demorest et Tucker, 2000), l'accès aux indices prosodiques d'un énoncé se voit très limité.

Les personnes sourdes profondes peuvent se tourner vers des appareils tels que les implants cochléaires pour pallier leur surdité. Or, ces appareils sont conçus principalement pour le traitement segmental de la parole et montrent des lacunes dans l'analyse (et conséquemment, la transmission au système auditif) des manifestations (« corrélats ») acoustiques de certaines des composantes de la prosodie (Sucher et McDermott, 2007). En d'autres mots, il est difficile pour un sourd implanté d'avoir accès à toutes les informations pertinentes à une bonne perception de la prosodie ; conséquemment, la compréhension des informations véhiculées par celle-ci peut s'en trouver affectée.

Par ailleurs, la théorie du contrôle moteur de la parole par buts auditifs de Perkell soutient qu'une fois le langage acquis et le système interne rendu mature, il est possible de parler sans se fier constamment à ses sens pour s'assurer que le résultat de la production de la parole est bel et bien celui qui est désiré. L'audition jouerait alors seulement un rôle dans l'ajustement de la parole en temps réel (afin de maintenir l'intelligibilité de la parole dans des conditions adverses) et dans le maintien et l'actualisation du système interne.

Cette théorie est basée sur des observations faites dans le cadre d'expériences de perturbation de la parole et de la rétroaction auditive (ou « *feedback* auditif » ou encore « retour d'information auditive » : le fait d'entendre sa voix en parlant<sup>2</sup>), ainsi que sur l'étude de personnes qui ont expérimenté une perte d'audition (Perkell *et al.*, 1997). D'ailleurs,

---

<sup>2</sup> Pour alléger la lecture du texte, les termes « rétroaction auditive » et « *feedback* (auditif) » seront utilisés en alternance, sauf dans les noms des figures où seul le terme « *feedback* » sera utilisé.

l'étude de populations cliniques, grâce aux particularités que celles-ci présentent, permet d'approfondir la connaissance du fonctionnement normal de l'être humain. Par exemple, l'observation du cerveau d'un homme qui avait perdu l'usage de la parole a permis la découverte de l'aire de Broca, qui joue un grand rôle dans la production du langage (Broca, 1861). Dans le cas présent, l'étude de sourds postlinguistiques (qui ont perdu l'audition après l'apprentissage du langage) profonds (où la personne ne s'entend pas elle-même) semble donc toute désignée pour mieux comprendre l'impact d'une surdité profonde sur la production de la prosodie, puisque l'autocorrection basée sur le retour d'information auditive est alors rendue impossible.

De plus, il a été démontré que la composante suprasegmentale de la parole (la prosodie) serait la plus rapidement affectée par une altération de l'audition d'origine pathologique (surdité) ou environnementale (comme des conditions adverses, telles qu'un bruit ambiant trop élevé), alors que la composante segmentale (les paramètres phonémiques, permettant de différencier les phonèmes entre eux) serait moins rapidement affectée. Cependant, la prosodie indiquant la modalité interrogative dans un énoncé non marqué linguistiquement joue un rôle qui se rapproche de celui des paramètres phonémiques, puisqu'elle distingue un énoncé interrogatif d'un énoncé assertif. Elle se situe donc à mi-chemin entre ce qui devrait être affecté rapidement et ce qui devrait résister le plus longtemps en situation de perturbation auditive.

La présente étude cherche donc à examiner, grâce à la participation de sourds profonds postlinguistiques, dans quelle mesure les indices prosodiques d'énoncés de type interrogatif seront affectés par une absence de *feedback* auditif. En parallèle, cette recherche tentera de clarifier le lien entre la perception et la production de la parole en vérifiant dans quelle mesure la courbe mélodique d'énoncés interrogatifs produits par des sourds postlinguistiques est reliée à leur capacité de perception de tels énoncés.

L'objectif de cette recherche se divisera en deux volets : le volet production et le volet perception. D'abord, le volet production déterminera le rôle que joue la rétroaction auditive dans la production de la prosodie (les paramètres de fréquence fondamentale et de durée). Cela sera fait en comparant les énoncés produits par des locuteurs sourds implantés (sous



condition d'implant éteint puis d'implant en marche) à ceux produits par des locuteurs entendants formant un groupe contrôle. La comparaison des deux groupes permettra d'étudier l'effet d'une perte de *feedback* à long terme alors que la comparaison des deux conditions d'audition chez les sourds permettra d'observer les effets à court terme d'une perte de rétroaction auditive. Ensuite, le volet perception évaluera les capacités des sourds implantés en matière de perception des indices prosodiques reliés à la modalité interrogative (actualisée seulement par une montée de la fréquence fondamentale sur la syllabe finale). Les résultats du test de perception passé par les sourds implantés seront comparés à ceux des participants normo-entendants. L'étude de ces deux volets de la parole permettra ainsi d'établir des liens entre les capacités de production et de perception des paramètres prosodiques en fonction du *feedback* auditif reçu par les locuteurs.

Le chapitre 1, consacré au cadre théorique, aidera le lecteur à mettre en perspective l'intérêt de ce mémoire et sa pertinence dans le champ de recherche de la phonétique, plus particulièrement de la prosodie. D'abord, le lecteur pourra se familiariser avec l'étude des différents paramètres qui composent la prosodie, ainsi qu'avec les différentes fonctions de celle-ci, plus particulièrement l'expression de la modalité d'un énoncé. Ensuite, une section montrera les divers phénomènes mis à contribution dans la perception et la production de la parole, et une attention particulière sera accordée à l'audition et aux conditions qui permettent une audition normale ou qui entraînent une surdité. On verra par le fait même que dans le cas où l'audition (et donc le retour auditif d'information) est affectée, la perception et la production de la parole subissent des transformations à différents niveaux. Enfin, une théorie tenant compte des conséquences d'un changement au niveau de l'audition sera présentée : celle du contrôle moteur de la parole par buts auditifs de Perkell. Cette section exposera les principes fondamentaux de cette théorie et sera finalement mise en lien avec la prosodie de l'interrogation et la surdité.

Le chapitre 2 sera consacré quant à lui à la formulation des hypothèses concernant la question de recherche. Ces hypothèses se classeront donc en trois ordres : à propos de la production, à propos de la perception, et enfin, à propos des liens qui unissent ces deux dimensions.

Le chapitre 3 expliquera ensuite en détail la méthodologie choisie afin de répondre aux différentes hypothèses. On y présentera tant les participants et les procédures utilisées pour la collecte de données que les processus d'extraction et d'analyse des données. Tous les résultats obtenus par les moyens expliqués à ce chapitre seront exposés et analysés au chapitre 4, puis discutés au chapitre 5, avant de conclure.

## **CHAPITRE I**

### **CADRE THÉORIQUE**

#### **1.1 Introduction**

Ce chapitre consacrera d'abord une partie à l'explication des concepts de base reliés à la prosodie, en expliquant les paramètres acoustiques qui la composent ainsi que ses différentes fonctions, particulièrement sa fonction modale. Ensuite, une deuxième partie brossera un tableau des connaissances en matière de perception et de production de la parole tout en mettant en perspective le cas de la surdité. Finalement, une troisième partie présentera sommairement la théorie du contrôle moteur par buts auditifs de la parole de Perkell, dont les postulats reposent sur l'importance de l'audition dans la parole.

#### **1.2 Les différentes composantes de la parole**

La parole se divise traditionnellement en deux composantes principales : la composante segmentale et la composante suprasegmentale.

##### *1.2.1 Les composantes segmentale et suprasegmentale*

La composante segmentale englobe les différents sons du langage (phonèmes), appelés segments parce qu'ils sont constitués « d'un ensemble de caractéristiques qui se manifestent plus ou moins simultanément et qui occupent une position particulière dans la chaîne. » (Martin, 1996, p. 165)

Par exemple, la Figure 1.1 illustre le spectrogramme<sup>1</sup> de l'énoncé « la dame » (transcription phonétique : [la.dam], où le point représente la séparation entre les syllables). On pourra y observer les fréquences des différents formants (fréquences renforcées, que l'on peut voir sous la forme de barres plus foncées dans le spectrogramme, mises en évidence par des flèches) déterminant la nature des voyelles (dans ce cas-ci, les [a]). On compte les formants en ordre croissant, le formant le plus bas étant noté  $F_1$ , suivi par  $F_2$ , et ainsi de suite. On pourra aussi observer, dans le cas des consonnes, le voisement (vibration des cordes vocales) des trois phonèmes [l], [d] et [m], ainsi que la tenue et l'explosion (fermeture et relâchement de la fermeture) du [d].

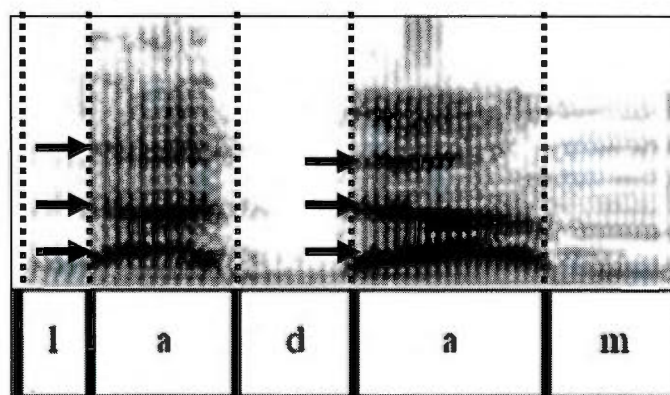


Figure 1.1 - Spectrogramme de l'énoncé « la dame »

En parallèle, la composante suprasegmentale de la parole – la *prosodie* – se superpose aux segments, en ce sens qu'elle « concerne l'ensemble des variations acoustiques dans la réalisation des phonèmes qui ne dépendent pas de leur identité et de celle de leur entourage phonétique immédiat. » (Vaissière, 1999, p. 9)

### 1.2.2 Les différents paramètres de la composante suprasegmentale (prosodie)

Traditionnellement, les trois paramètres étudiés en prosodie sont l'intonation, l'intensité et le rythme (Martin, 2009, p. 13). On appelle « intonation » (ou « mélodie ») l'ensemble des variations de hauteur de la voix tout au long d'un énoncé. Plus spécifiquement, lorsqu'on s'attarde à l'intonation, on observe les mouvements de la fréquence fondamentale (que l'on

<sup>1</sup> Illustration tirée d'une capture d'écran de Praat d'un énoncé provenant du corpus enregistré pour la présente étude.

note «  $F_0$  »). Celle-ci correspond à une approximation de la fréquence laryngée qui provient de la vibration des cordes vocales ; l'unité de mesure de la fréquence est le Hertz (Hz). À titre indicatif, les voix humaines, en parole, peuvent passer de 100 à 150 Hz chez les hommes à 300 à 450 Hz chez les enfants, celle des femmes se situant aux alentours de 200 à 300 Hz (Martin, 2008, p. 143). Parce que l'oreille humaine intègre la fréquence de façon logarithmique plutôt que linéaire, une variation d'un certain nombre de Hertz dans les basses fréquences sera perçue plus ample qu'une variation du même nombre de Hertz dans les hautes fréquences. Par exemple, une augmentation de 440 Hertz sur un son de 440 Hertz donnera à entendre une différence d'une octave, alors que cette même augmentation de 440 Hertz sur un son de 880 Hertz paraîtra deux fois moins importante. Afin que les valeurs quantitatives reflètent mieux la perception de la hauteur, celle-ci peut être exprimée en demi-tons (dT), où 1 dT correspond à la variation de hauteur perçue entre deux touches d'un piano (Do à Do#, par exemple), plutôt qu'en Hertz. En d'autres mots, un écart d'une octave (12 dT) entre deux notes sera perçue de la même manière tant dans les basses que dans les hautes fréquences. Puisque la perception d'une variation d'une octave (ou d'un demi-ton) reste la même sans égard à la hauteur (en Hertz) du son, l'utilisation de ce système permet mieux que le système de notation en Hertz d'illustrer les variations de hauteur que l'oreille humaine perçoit.

L'intensité correspond, en termes simples, au « volume » d'un son. On la note en décibels (dB). L'intensité d'un son est relative : plus on s'approche de la source d'un son, plus celui-ci paraîtra intense. Le seuil d'audibilité d'un son à une fréquence de 1000 Hertz sert de valeur de référence (0 dB), alors que le seuil de la douleur est de 120 dB. (Martin, 2008)

Le rythme est quant à lui déterminé par la structure accentuelle d'un énoncé. Les accents sont produits grâce à des combinaisons de variations de longueur (généralement calculée en millisecondes [ms]), de hauteur et d'intensité des segments (voyelles ou syllabes). Il existe trois types d'accents en français : l'accent primaire (ou final), l'accent secondaire et l'accent d'emphase (Hirst et Di Cristo, 1998). L'accent primaire, obligatoire, se situe en fin de mot et détermine la frontière d'un groupe rythmique (GR). On dira qu'il est final s'il met fin à une phrase – que l'on appelle syntagme intonatif (SI). Un syntagme intonatif peut donc être composé de plusieurs groupes rythmiques. L'accent secondaire est optionnel et se place en général sur l'antépénultième (la syllabe précédant l'avant-dernière syllabe). Cet accent ne se



colle jamais à un accent primaire, contrairement à l'accent d'emphase, qui sert à mettre en relief un élément de la phrase ou une syllabe en particulier et peut donc se placer n'importe où. Par ailleurs, un énoncé comportera nécessairement au moins un accent par groupe de sept syllabes : un énoncé composé de huit syllabes comportera donc au minimum deux accents (Martin, 2009).

On retrouve ces différentes composantes à la Figure 1.2, qui illustre le spectrogramme de l'énoncé [la.dam] (le même énoncé qu'à la Figure 1.1). La ligne horizontale foncée et parsemée de points représente la fréquence fondamentale. Pour le segment sélectionné (le deuxième [a]), la moyenne de hauteur de la fréquence fondamentale est de 123,9 Hz, comme on peut le voir à droite du spectrogramme. La ligne sinueuse pâle représente l'intensité ; sa moyenne pour le segment sélectionné est de 77,52 dB. Enfin, la durée du segment sélectionné est de 0,154 seconde, alors que l'énoncé [la.dam] dure 0,536 seconde. Par ailleurs, l'énoncé complet est « La dame a un bon alibi » ([ladamaœbonalibi]). Dans un tel contexte, l'enchaînement des syllabes peut influencer l'articulation de chacune des syllabes (on parle alors de coarticulation). Dans l'énoncé complet, le [m] de [la.dam] peut donc aller rejoindre la voyelle qui suit et donner lieu à la syllabation suivante (où chaque point représente la frontière d'une syllabe) : [la.da.ma.œ.bo.na.li.bi]. Dans un tel cas, la syllabe [da] sera possiblement proéminente : on dira alors qu'elle est accentuée. La syllabe [bo] ainsi que la syllabe [bi] seront aussi accentuées, la première généralement par un accent primaire, la seconde par un accent de fin de phrase. Cette structure accentuelle donne à l'énoncé son rythme. On constate donc que ces caractéristiques (intensité, hauteur, rythme) s'étendent sur plus d'un segment à la fois : c'est ce qu'on appelle la composante suprasegmentale.

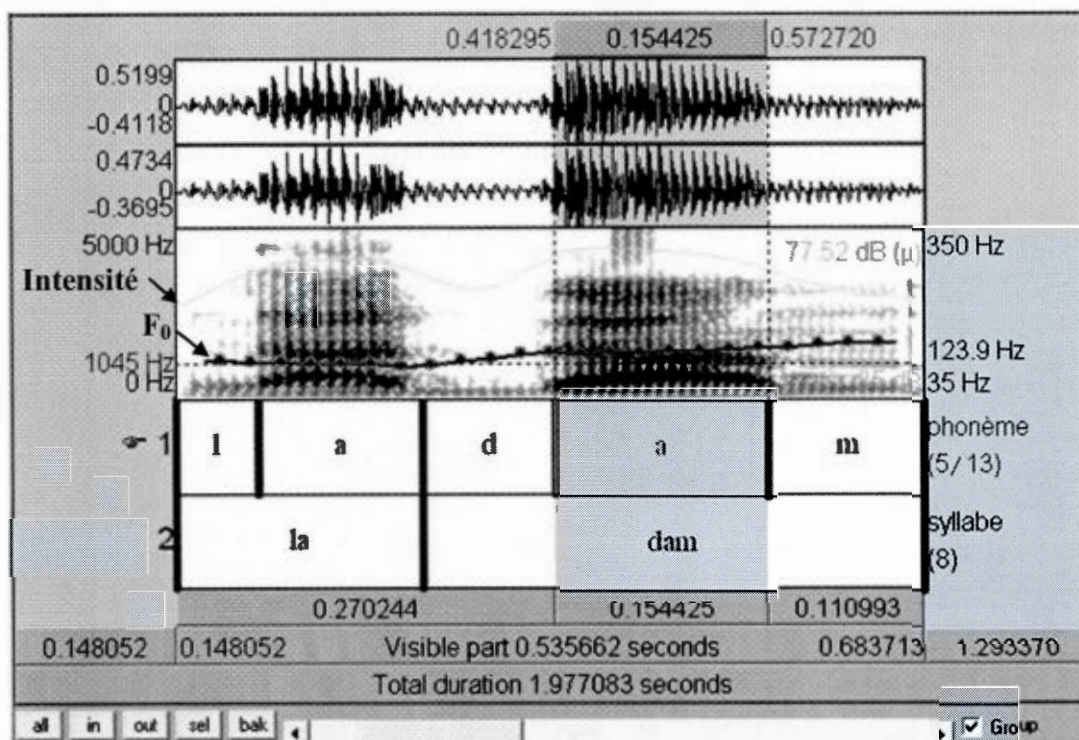


Figure 1.2 - Capture d'écran de Praat illustrant les diverses composantes suprasegmentales

En outre, les pauses, les modifications de timbre, les ajouts (de consonnes ou de voyelles, alors dites épenthétiques) ou les élisions sont encore d'autres variations qui peuvent être considérées dans l'analyse de la structure prosodique d'un énoncé (Vaissière, 1999). Enfin, Vaissière souligne que perceptuellement, les variations prosodiques ne sont pas toutes pertinentes dans l'interprétation d'un énoncé : c'est l'auditeur qui discernerait et associerait différents traits prosodiques pour leur attribuer un sens, une fonction dans l'énoncé.

#### 1.2.2.1 Les fonctions de la prosodie

Plusieurs fonctions sont attribuées aux indices prosodiques et varient selon les auteurs. Dans sa revue de la littérature, Fónagy (2003) en a recensé plus d'une quinzaine, dont la fonction segmentatrice et démarcative, celle d'emphase et celle de modalité. La fonction segmentatrice et démarcative est liée au fait que la prosodie est souvent la clé de l'interprétation : sans indice prosodique (ou, à l'écrit, sans marque visuelle telle que la ponctuation), l'interprétation d'un énoncé se complexifie : la proposition bien connue « La

belle porte le voile » signifie-t-elle qu'une jolie femme porte un voile (« La belle // porte le voile »), ou qu'une jolie porte cache quelqu'un (« La belle porte // le voile »)? La distinction n'est possible qu'à l'oral, grâce aux indices prosodiques. De même, « Mange, mon chat ! » et « Mange mon chat ! » n'ont pas le même sens. La prosodie peut donc parfois jouer un rôle « phonologique », en ce sens qu'une structure prosodique s'oppose à d'autres et qu'un changement de structure prosodique induit donc un changement de sens (tels les phonèmes /p/ et /b/ qui, lorsqu'interchangés, induisent un changement de sens, par exemple dans les mots « pain » et « bain »).

La fonction d'emphasis sert pour sa part à démarquer une partie d'un énoncé ou d'un discours de ce qui l'entoure. Le procédé d'emphasis contrastive peut être utilisé dans la recherche en phonétique pour forcer la réalisation hyperarticulée des segments (voir, entre autres, Dohen, Lœvenbruck et Hill, 2006) et qui permet d'observer la capacité de contrôle des articulateurs par le locuteur et, par extension, de donner des indices sur la robustesse de son modèle interne (Brisebois et Brunet, 2007) dont il sera question plus loin.

Enfin, la fonction modale s'apparente à la fonction segmentatrice et démarcative en ce sens qu'à l'écrit, une marque de ponctuation finale peut changer tout le sens d'un énoncé, malgré la structure de l'énoncé, en apparence assertif. Ainsi, l'énoncé « Tu aimes les champignons » est soit un constat (une assertion), s'il se termine par un point (à l'écrit) ou par une baisse de la fréquence fondamentale en fin d'énoncé (à l'oral), soit, au contraire, une question, s'il se termine par un point d'interrogation ou par une hausse de la fréquence fondamentale. Cependant, Fónagy rapporte d'autres modalités qui ne peuvent être exprimées par une marque de ponctuation particulière, telles que le souhait ou l'injonction. Des indices prosodiques particuliers peuvent par ailleurs véhiculer les émotions et les attitudes du locuteur : certains patrons intonatifs exprimeraient mieux que d'autres la joie, l'ennui, la colère, la tristesse, la peur, ou encore l'indignation (Mozziconacci et Hermes, 1997).

#### 1.2.2.2 Prosodie et modalité interrogative

L'utilisation de la prosodie dans l'expression de la modalité interrogative en regard de la modalité assertive peut être mise en relief en utilisant des énoncés non marqués linguistiquement, c'est-à-dire sans inversion du sujet avec le verbe ou sans la locution interrogative « est-ce que » ou tout autre locution interrogative (qui, quoi, quand, comment,



pourquoi, où?). Grundstrom (1973) a d'ailleurs observé que ces locutions modifiaient suffisamment la courbe mélodique d'un énoncé pour la rendre non comparable à celle d'énoncés formulés sans locution. En effet, six courbes différentes ont pu être observées dans des énoncés interrogatifs (voir Figure 1.3). De ces six courbes, Grundstrom a observé que seules trois étaient susceptibles d'indiquer l'interrogation sans l'aide de marqueur linguistique : la courbe ascendante, la courbe ascendante-descendante et la courbe basse-statique.

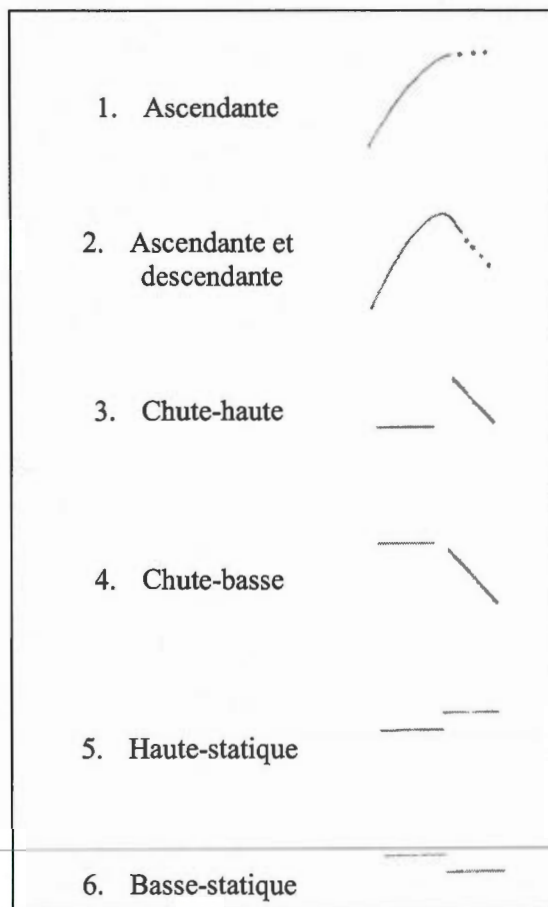


Figure 1.3 - Courbes de fréquence fondamentale de la syllabe finale<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Illustration adaptée de Grundstrom, *L'intonation des questions en français standard*, p. 28. Ces courbes peuvent être décrites de la manière suivante : 1. courbe ascendante = « montée de fréquence qui peut se terminer par un bref mouvement horizontal »; 2. ascendante-descendante = « montée de fréquence suivie d'une chute qui peut descendre jusqu'au niveau de départ »; 3. chute-haute = « fréquence descendante qui commence à un niveau plus élevé que celui de la syllabe précédente, la pénultième »; 4. chute-basse = « fréquence descendante qui commence à un niveau égal ou inférieur au niveau de la pénultième »; 5. haute-statique = « fréquence constante à un niveau plus haut que la pénultième »; 6. basse-statique = « fréquence constante à un niveau égal ou inférieur à celui de la pénultième »

Peng, Tomblin et Turner (2008) ont en outre usé des différences prosodiques entre les énoncés assertifs et les énoncés interrogatifs sans marqueur linguistique pour comparer les compétences de production de la parole de 26 participants pédiatriques (âgés de 6 à 20 ans environ) implantés à celles de 17 participants contrôles sans perte d'audition. Huit juges ont par la suite tenté d'identifier les contours produits par les participants. Le taux d'identification correcte était significativement moins élevé pour les énoncés produits par les enfants implantés que pour les enfants entendants. En d'autres mots, les enfants implantés produisaient des courbes intonatives qui étaient nettement moins bien perçues que celles produites par les enfants normo-entendants.

### **1.3 Perception et production de la parole, le cas de la surdité**

Cette section est consacrée à l'explication des phénomènes physiologiques et perceptuels inhérents à la perception et à la production de la parole, et plus particulièrement à l'importance de la modalité auditive dans la parole.

#### *1.3.1 Perception multimodale de la parole*

Normalement, la parole est perçue et produite de façon multimodale, c'est-à-dire que les sens de la vue et de l'ouïe sont tous deux mis à contribution dans la perception et la production de la parole. La proprioception (la sensation que l'on a des mouvements de son propre corps) et le toucher (par exemple dans la méthode Tadoma<sup>3</sup>) sont aussi utilisés comme sources de rétroaction (Dohen, 2009). Par ailleurs, il a été prouvé que l'addition de deux sens (c'est-à-dire la condition multimodale) permet une meilleure perception du stimulus que ce qui serait prévu par la somme des taux d'intelligibilité reliés à la perception par un seul des sens (condition unimodale) : ce phénomène porte le nom de superadditivité (Bernstein et Benoît, 1996).

---

<sup>3</sup> La méthode Tadoma peut servir de moyen de communication aux personnes à la fois sourdes et aveugles. C'est en fait une technique de lecture labiale tactile : en plaçant leurs pouces sur les lèvres de leur interlocuteur et leurs autres doigts sur le visage et le cou, ces personnes peuvent avoir accès à des indices tels que la position des lèvres, les mouvements de la mâchoire et même la vibration des cordes vocales.

### 1.3.1.1 *Feedback* visuel et *feedback* auditif

L'importance de la rétroaction visuelle dans la perception de la parole a été démontrée par la découverte de l'effet McGurk (MacDonald et McGurk, 1978 ; McGurk et MacDonald, 1976), un phénomène perceptif qui met en évidence une interférence entre l'audition et la vision lors de la perception de la parole. Pour le démontrer, on présente généralement une vidéo d'un visage prononçant une syllabe, par exemple /ga/, alors que la bande sonore diffuse l'enregistrement d'une autre syllabe, par exemple /ba/. La perception qui en ressort est celle d'une troisième syllabe, /da/, intermédiaire des deux premières. Il semble ainsi que la présence d'une interférence visuelle ait modifié la perception sonore, signe de l'influence de la rétroaction visuelle. Toujours pour démontrer l'importance de l'information visuelle dans la parole, des études ont été menées auprès de locuteurs aveugles congénitaux. Ces études ont démontré que ceux-ci ne produisent que très peu les indices visuels tels que la protrusion (avancement des lèvres lors de la production de voyelles arrondies) : par exemple, dans l'étude de Leclerc (2007), la protrusion chez 4 aveugles s'est avérée significativement moindre que chez les locuteurs voyants. L'auteure a attribué ces résultats au fait que les aveugles congénitaux n'ont pas accès aux indices visuels au moment de l'acquisition du langage.

L'importance du *feedback* auditif est quant à elle vérifiée par le biais d'expériences de perturbation mécanique des articulateurs ou de perturbation du signal acoustique servant à la rétroaction auditive. Par exemple, Aubin (2006) a utilisé un tube labial (petit tube inséré entre les lèvres) pour altérer l'articulation de quatre enfants et quatre adultes. Tous ont réussi à compenser complètement la perturbation pour au moins une voyelle ; l'auteur en a conclu que cela leur a été possible en se fiant au résultat acoustique de leur production. Pour leur part, Jones et Munhall (2000) ont observé plus en détail le rôle du *feedback* auditif dans la régulation de la fréquence fondamentale, voulant vérifier si celle-ci était contrôlée par une cible interne. Pour ce faire, ils ont demandé à 18 locuteurs sans perte d'audition ni trouble de la parole ou du langage de lire des énoncés. Alors qu'ils s'entendaient à l'aide d'un casque d'écoute, leur  $F_0$  était modifiée (augmentée ou diminuée) en temps réel, à leur insu. Les locuteurs ont compensé cette perturbation en dirigeant la hauteur de leur voix dans la direction opposée à la perturbation. Tout comme pour l'étude d'Aubin, les auteurs tirent la conclusion que le contrôle de la parole (ici, de la fréquence fondamentale) est permis grâce à

l'utilisation de la rétroaction auditive. Par ailleurs, ils soutiennent que ce contrôle serait effectivement rendu possible grâce à une représentation interne de la valeur normale de la fréquence fondamentale.

### 1.3.2 Audition normale, surdité et implantation cochléaire

Les études dont il vient d'être question ont été menées auprès de locuteurs normo-entendants. Dans de tels cas, l'accès à l'information sonore est rendue possible de la façon suivante. L'onde sonore pénètre d'abord par le méat acoustique externe et va frapper le tympan (voir Figure 1.4). Ces vibrations sont ensuite transmises à une chaîne d'osselets, mettant en mouvement le liquide et, par le fait même, les cellules sensorielles ciliées situées dans l'oreille interne. Enfin, ces cellules stimulent le nerf auditif qui envoie des influx au cerveau pour interprétation : c'est alors que nous entendons (Marieb, 1999, p. 569).

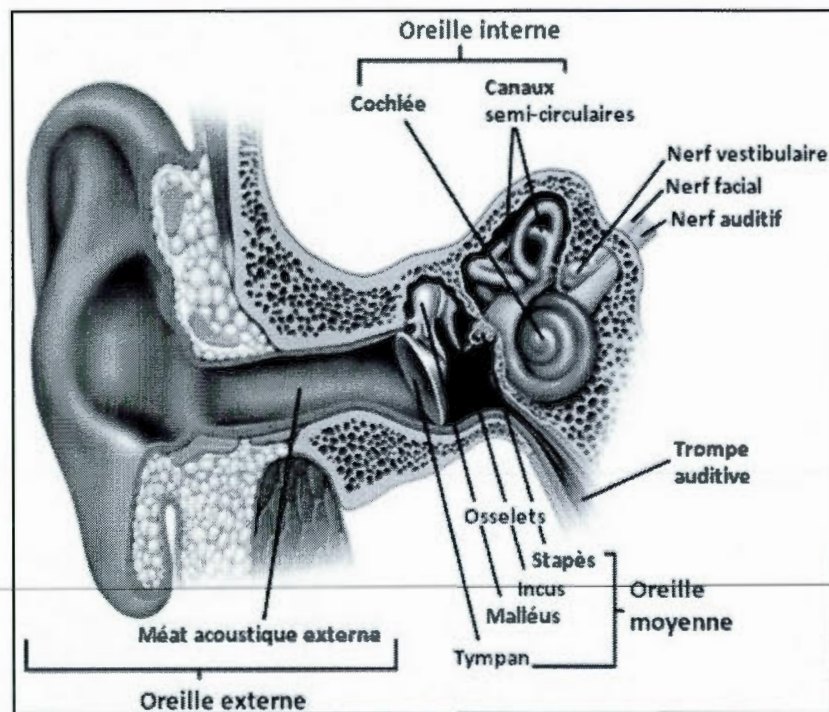


Figure 1.4 - La structure de l'oreille<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Traduit en français par l'auteur. Source de l'image originale (en anglais) : [http://www.virtualmedicalcentre.com/uploads/VMC/TreatmentImages/2191\\_ear\\_anatomy\\_450.jpg](http://www.virtualmedicalcentre.com/uploads/VMC/TreatmentImages/2191_ear_anatomy_450.jpg)



Le dysfonctionnement de l'une ou l'autre de ces composantes entraîne une perte auditive partielle ou complète. Lorsqu'un quelconque obstacle empêche la transmission des vibrations jusqu'aux liquides de l'oreille interne, on parle de surdité de transmission. Lorsque ce sont les structures nerveuses qui sont affectées (structures comprises entre les cellules sensorielles ciliées et les neurones des aires auditives du cortex), on parle alors de surdité de perception. La surdité causée par des lésions de la cochlée est donc une surdité de perception. Pour pallier cette surdité, s'il y a résidu d'audition (c'est-à-dire présence d'un nombre même minimal de cellules ciliées toujours fonctionnelles), il est possible d'amplifier ce résidu à l'aide d'une prothèse externe. Dans le cas d'une surdité quasi-totale ou totale (surdité sévère ou profonde) provenant de l'oreille interne (principalement de la cochlée), il existe, depuis les années 1980, l'option de l'implantation cochléaire (Figure 1.5). Cette opération consiste à enrouler (implanter) à l'intérieur de la cochlée un appareil électronique (porte-électrodes). Le processeur, appareil muni d'un micro, est maintenu en place près de l'oreille et transmet les informations sonores au récepteur sous-cutané par le biais d'une antenne émettrice placée sur le cuir chevelu. Le récepteur analyse et transforme le son en influx électrique qui, envoyé au porte-électrodes, stimulera directement le nerf vestibulocochléaire ou auditif (American Speech-Language-Hearing Association, 2004 ; National Institute on Deafness and Other Communication Disorders, 2011 ; Veilleux, 2011).

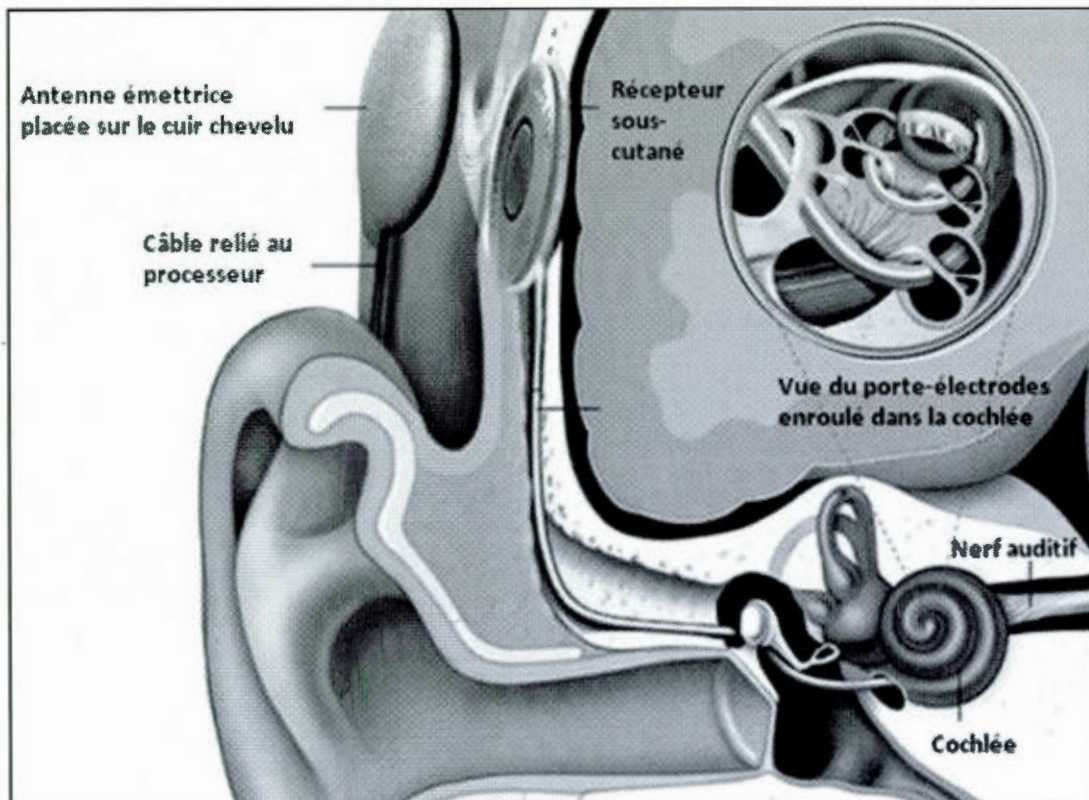


Figure 1.5 - L'implant cochléaire<sup>5</sup>

#### 1.3.2.1 Conséquences de la surdité sur la parole

Étant donné l'importance de l'audition dans la parole, la surdité ne reste pas sans conséquences sur celle-ci. Nickerson (1975), dans sa revue de la littérature, a rapporté que les trois problèmes les plus souvent observés dans la parole chez les sourds étaient le manque de contrôle de la fréquence fondamentale, la nasalité généralement trop présente et le dévoisement (voix soufflée, ou *breathy voice*).

Dans le cas d'une surdité prélinguistique, c'est-à-dire survenue avant l'acquisition du langage (surdité de naissance ou survenue dans la petite enfance), c'est toute l'acquisition de la parole et du langage qui ne se déroule pas de la même manière pour les sourds que pour les personnes sans perte d'audition. Evans et Delyiski (2007) rappellent que les sourds

<sup>5</sup> Traduit en français par l'auteur. Source de l'image originale (en anglais) : [http://www.ucsfbenioffchildrens.org/images/ear\\_diagram.jpg](http://www.ucsfbenioffchildrens.org/images/ear_diagram.jpg)

prélinguistiques utilisent souvent des moyens de communication autres que la parole, tels que la langue des signes, la lecture labiale, l'écriture et la lecture. Cependant, dans le cas d'une surdité postlinguistique, la parole se détériore de façon progressive.

Cowie, Douglas-Cowie et Kerr (1982) ont voulu vérifier les suppositions d'études précédentes qui postulaient que la surdité postlinguistique n'altérerait pas beaucoup la parole (Espir et Rose, 1976 ; Ling, 1976). Ils ont donc mesuré l'intelligibilité de treize locuteurs, dont douze sourds postlinguistiques et un contrôle (sans perte d'audition). Pour ce faire, ils ont utilisé une technique de répétition parallèle (*shadowing technique*), où des auditeurs normo-entendants écoutaient les enregistrements des treize locuteurs et reproduisaient ce qu'ils entendaient. Les résultats d'intelligibilité étaient calculés selon le pourcentage de mots correctement répétés par les auditeurs. Le locuteur contrôle a reçu le meilleur taux d'intelligibilité (plus de 90 %) alors que d'importantes différences intersujets ont été observées dans le groupe de sujets sourds, qui ont obtenu des résultats variant d'un taux s'approchant de celui du locuteur contrôle à un taux très faible (environ 10 %). Les auteurs notent que l'âge auquel les locuteurs sont devenus sourds semble influencer considérablement sur l'intelligibilité mais que vu la taille du groupe, cet effet pourrait n'être qu'une coïncidence. Les auteurs en concluent que la surdité postlinguistique entraîne réellement une détérioration de la parole, mais ils soulignent toutefois que le niveau de détérioration diffère selon le locuteur.

Waldstein (1990) a étudié les caractéristiques de la parole chez sept adultes sourds postlinguistiques qui ne portaient aucun appareil auditif ni implant. Au niveau segmental, il a remarqué un espace vocalique plus petit que la normale, un DEV<sup>6</sup> (en anglais « VOT », pour « voice onset time ») plus court, des durées phonologiques maintenues mais de plus longues voyelles en général et des durées de phrases plus longues dues à un débit plus lent. Au niveau suprasegmental, l'auteur a observé que les locuteurs sourds produisaient correctement la déclinaison typique des énoncés déclaratifs, mais que seulement la moitié des locuteurs pouvait produire correctement la montée de fréquence fondamentale typique des questions totales (questions demandant comme réponse « oui » ou « non »). Il n'a cependant pas

---

<sup>6</sup> Le délai d'établissement du voisement correspond au délai entre le relâchement ou l'explosion d'une consonne et le début du voisement. Par exemple, les occlusives voisées ont un DEV négatif, ce qui signifie que le voisement commence avant l'occlusion ; à l'inverse, les occlusives non voisées ont un DEV positif, ce qui signifie que le voisement survient après l'explosion, lors de la prononciation de la voyelle qui suit.



constaté de différence significative entre les valeurs maximum de  $F_0$ , les valeurs minimum de  $F_0$  et l'étendue (valeur maximum - valeur minimum) de la  $F_0$  des locuteurs sourds et celles des locuteurs contrôles. Malgré cela, l'auteur considère que dans l'ensemble, les résultats démontrent que le *feedback* auditif est impliqué tant dans le contrôle des paramètres segmentaux que dans celui des paramètres suprasegmentaux. Tout comme Cowie, Douglas-Cowie et Kerr (1982), Waldstein souligne que l'âge auquel les locuteurs sont devenus sourds influence le degré d'impact de la surdité sur la parole.

Lane et Wozniak Webster (1991) ont étudié la parole chez trois adultes atteints de surdité postlinguistique ne portant aucun appareil auditif ni implant. Au niveau suprasegmental, ces derniers ont produit des variations de  $F_0$  plus marquées entre voyelles accentuées et non accentuées que les locuteurs contrôles. De plus, les voyelles accentuées étaient produites plus hautes chez les locuteurs sourds que chez les locuteurs contrôles. Au niveau segmental, ces auteurs ont aussi observé le lieu d'articulation des occlusives et des fricatives, qui s'est avéré moins différencié chez les sourds que chez les locuteurs contrôles. Les auteurs interprètent ces résultats comme pointant dans la direction de l'importance de la rétroaction auditive dans la production de la parole.

L'étude de Svirsky et coll. (1992) a porté sur trois sourds postlinguistiques implantés et ses auteurs ont mesuré les paramètres acoustiques des voyelles produites, dont la  $F_0$ , l'intensité et la durée. Les mesures ont été prises sous trois conditions : une première fois alors que l'implant des locuteurs avait été éteint pendant 24 heures (un bloc de mesures), une deuxième fois après avoir remis l'implant en marche (deux blocs de mesures), et une dernière fois tout de suite après avoir éteint l'implant à nouveau (deux blocs de mesures). Le passage d'implant éteint à implant en marche affectait les paramètres plus rapidement que le passage d'implant en marche à implant éteint : l'intensité était plus élevée en condition d'implant éteint. La différence avec l'intensité en condition d'implant en marche n'était pas significative aussitôt le processeur éteint : cela nécessitait un certain temps de fonctionnement avec l'implant éteint. La  $F_0$  des participants s'abaissait, se rapprochant de la normale en condition d'implant en marche ; en éteignant l'implant à nouveau, la  $F_0$  de l'un des locuteurs a remonté immédiatement, alors que les deux autres locuteurs ont d'abord continué de l'abaisser (dans le bloc 4) avant de la remonter après un certain temps (dans le bloc 5). Quant à la durée des voyelles, il existait des différences intersujets dans la direction

des changements, quoique le bloc ait un impact significatif sur la durée des voyelles. De plus, le nombre de paramètres qui démontraient un changement significatif d'une condition à l'autre était plus élevé lors de la transition d'implant éteint à implant en marche que lors de la transition inverse. Les auteurs considèrent que ces résultats sont congruents avec l'idée d'un double rôle pour le *feedback* auditif : « Long-term calibration of articulatory parameters causes large, relatively gross adjustments, while short-term feedback mechanisms (with time constants ranging from a fraction of a second to minutes) provide additional fine tuning. » (Svirsky *et al.*, 1992, p.1299)

Lane et coll. (1997) ont observé l'effet de la rétroaction auditive sur la fréquence fondamentale et l'intensité en comparant des mesures prises préimplantation et postimplantation chez cinq adultes sourds postlinguistiques, dont quatre porteurs d'implant cochléaire et un porteur d'implant auditif du tronc cérébral (*auditory brainstem implant*). La variation dans les contours d'intensité était significativement différente entre les deux prises de mesures pour trois des cinq locuteurs, la direction du changement dépendant du locuteur. La variation dans les contours de fréquence fondamentale était quant à elle significativement différente chez quatre des cinq locuteurs, la direction du changement dépendant ici aussi du locuteur. De manière générale, les variations dans les contours de ces deux paramètres étaient plus marquées en l'absence de *feedback* auditif. Les auteurs suggèrent que ce phénomène serait dû à l'adaptation à des conditions adverses dans l'intention de rester intelligible. Ils soulèvent cependant la possibilité que cela soit dû au rôle que joue la rétroaction auditive dans la production de la prosodie plutôt qu'à une adaptation à une perturbation. Les auteurs concluent en soulevant un nouveau problème, à savoir si les changements prosodiques entraînés par la surdité sont efficaces et augmentent effectivement l'intelligibilité.

Hamzavi et coll. (2000) ont comparé les valeurs moyennes de la fréquence fondamentale chez 13 locuteurs avant leur implantation et 3 mois après leur implantation. Chez sept locuteurs, les valeurs de la  $F_0$  moyenne n'ont pas montré de changement significatif après l'implantation, alors qu'elles ont significativement baissé (se rapprochant des valeurs normales) chez cinq locuteurs et significativement monté chez le dernier locuteur. Devant ces résultats contradictoires, les auteurs concluent qu'une étude longitudinale serait nécessaire pour mieux déterminer l'effet du *feedback* auditif sur la production de la composante suprasegmentale de la parole.

Kishon-Rabin et coll. (1999) ont ainsi effectué le suivi de cinq adultes (quatre hommes et une femme) sourds postlinguistiques qu'ils ont testés avant leur implantation cochléaire, puis un, six et 24 mois postimplantation. Les auteurs ont observé à la fois les paramètres segmentaux et suprasegmentaux dans des enregistrements de mots isolés et d'énoncés. Ils ont constaté une baisse significative des valeurs de fréquence fondamentale moyenne chez les hommes préimplantation et un mois postimplantation, et cette baisse significative s'est poursuivie jusqu'à deux ans postimplantation, tant pour les mots isolés que les énoncés. La femme a elle aussi montré une baisse significative de la  $F_0$  moyenne entre chaque séance d'enregistrement pour les mots isolés, mais pour les énoncés, la différence ne s'est avérée significative qu'entre les séances préimplantation et un mois postimplantation. La durée moyenne des énoncés et des mots s'est réduite à partir de l'implantation jusqu'à la dernière séance 24 mois plus tard, réduction s'avérant significative. Les paramètres segmentaux étudiés, c'est-à-dire les valeurs moyennes des deux premiers formants des voyelles, le DEV et la gamme spectrale (*spectral range*) de /s/ et /ʃ/, ont eux aussi, de manière générale, montré des différences significatives entre les séances conduites un mois postimplantation et les séances conduites deux ans postimplantation. Les auteurs concluent que l'utilisation de l'implant cochléaire permet une recalibration de la parole et que celle-ci s'effectue sur une longue période.

De manière générale, le portrait qui se dégage de ces études indique que les paramètres segmentaux et suprasegmentaux sont affectés par une altération de la rétroaction auditive. En d'autres mots, même la surdité postlinguistique peut entraîner des changements à différents niveaux dans la parole. Certains paramètres seraient cependant affectés plus rapidement que d'autres suite à l'apparition de la surdité : les paramètres phonémiques (segmentaux, tels que les accents lexicaux ou l'espace vocalique) résisteraient le mieux à un changement dans le *feedback* auditif, alors que les paramètres posturaux (suprasegmentaux, tels que le contrôle de l'intensité et de la fréquence fondamentale) se détérioreraient plus rapidement (Dogil et Möbius, 2001).

#### 1.4 La théorie du contrôle moteur de la parole par buts auditifs de Perkell

La capacité des sourds postlinguistiques à demeurer intelligibles des années après avoir perdu l'ouïe s'avère, pour Perkell, une preuve que les sourds postlinguistiques utilisent un modèle interne robuste acquis avant leur perte d'audition (Perkell *et al.*, 1997). À ce propos, Perkell a développé la théorie du contrôle moteur de la parole par buts auditifs (Perkell, 2010 (sous presse) ; Perkell *et al.*, 2000 ; Perkell *et al.*, 1997). Cette section posera les bases de cette théorie, dans le cadre de laquelle la présente étude s'inscrit.

##### 1.4.1 Les postulats de base

Comme son nom l'indique, cette théorie part du principe que les buts visés par un locuteur lorsqu'il parle sont auditifs. Les différents sons d'une langue seraient composés de plusieurs buts auditifs, concernant par exemple les paramètres temporels et acoustiques (fréquences des formants, amplitude...) des phonèmes. Ces différents paramètres formeraient un espace auditif perceptif multidimensionnel, et un phonème (un but auditif) constituerait une région de cet espace.

Notons que cette conception de la parole s'oppose à d'autres théories, comme celle de Liberman, qui soutiennent que les buts en parole sont moteurs. Ce postulat s'appuie sur le fait que la relation entre un phonème et sa forme sonore n'est pas inaltérable, par exemple parce que les segments du signal acoustique ne correspondent pas aux segments phonémiques, que certains phonèmes ne produisent pas le même signal acoustique selon le contexte, et que les indices acoustiques les plus importants pour la perception ne sont pas les plus proéminents lorsqu'on observe le signal acoustique (Liberman et Cooper, 1972, p.330). Conséquemment, selon Liberman, puisque le signal acoustique n'est pas « fiable », l'invariance en parole se trouverait au niveau de l'articulation. Ce qu'un auditeur percevrait chez un locuteur serait le « geste phonétique », geste qui serait d'ailleurs à la base des catégories phonétiques (Liberman et Mattingly, 1985).

Selon la théorie de Perkell, lors de l'acquisition du langage, l'enfant associerait les gestes articulatoires aux buts perceptifs (phonèmes) avec l'aide des rétroactions auditive, visuelle et somatosensorielle. Avec le temps, un modèle interne de ces associations se construirait. Une fois devenu mature (robuste), les différentes sources de *feedback* n'auraient plus besoin



d'intervenir dans le processus, sauf pour maintenir les paramètres ou les ajuster de façon ponctuelle, pour permettre au locuteur de rester intelligible malgré certaines perturbations des conditions extérieures. Donc, une fois le modèle mature, l'articulation des phonèmes requerrait la sélection des gestes articulatoires qui leur sont associés, sans avoir besoin de l'intervention des différentes sources de rétroaction : ce sont les *feedforward commands*, commandes motrices visant à atteindre les buts auditifs (phonèmes) et que l'on pourrait décrire comme une sorte de dictionnaire des relations articulatori-acoustiques stocké dans la mémoire grâce au *feedback* auditif durant l'apprentissage de la parole.

En d'autres mots, selon cette théorie, la rétroaction auditive jouerait deux rôles dans la parole : il servirait d'abord, dans l'enfance, à élaborer les différents paramètres qui composent le modèle interne. Une fois ce modèle construit, les *feedforward commands* prendraient la relève du *feedback* auditif. Dès lors, celui-ci ne servirait qu'à maintenir le « dictionnaire » à jour, en permettant par exemple d'ajuster la parole en temps réel afin de répondre aux conditions extérieures et ainsi assurer l'intelligibilité de la parole. Conséquemment, si une personne devient sourde, elle perd l'usage de la rétroaction auditive et ne peut donc plus maintenir à jour son système de *feedforward commands* ; il s'ensuit alors une dégradation de ce système.

Les buts auditifs à la base de la théorie de Perkell seraient partiellement déterminés par des effets de saturation. Ces effets de saturation permettent de réduire la nécessité d'être très précis dans la production des phonèmes et peuvent donc masquer une dégradation du modèle interne ; au contraire, des phonèmes sans effet de saturation possible seraient plus rapidement affectés par une dégradation du modèle interne puisqu'un manque de précision dans un premier paramètre (l'articulation) affecterait un deuxième paramètre (le résultat acoustique). Par exemple, articulatoirement, le son /m/ requiert (entre autres choses) la fermeture des lèvres. Une fois les lèvres pressées l'une contre l'autre, peu importe la force de la pression appliquée par une lèvre contre l'autre, la protrusion des lèvres ou encore la position de la langue dans la bouche, le résultat acoustique restera le même. La saturation est atteinte lorsque la modification d'un premier paramètre n'entraîne plus la modification d'un deuxième paramètre : on dit donc que la relation entre l'articulation et le résultat acoustique est non linéaire.

De plus, les buts auditifs seraient partiellement déterminés par un principe d'économie de l'effort : le locuteur chercherait à produire un contraste perceptuel suffisant entre les phonèmes tout en économisant au maximum les efforts articulatoires. Ce contraste perceptuel suffisant est atteint lorsque le signal acoustique est placé dans une zone acceptable de la région auditori-perceptuelle correspondant au phonème donné.

#### *1.4.2 Intégration de la composante suprasegmentale à la théorie de Perkell*

Le *feedback* auditif est non seulement impliqué dans la régulation de la composante segmentale de la parole, mais également dans la composante suprasegmentale : des ajustements rapides du débit, de la hauteur et des inflexions de la  $F_0$  et de l'intensité permettent au locuteur de maintenir l'intelligibilité de la parole en s'adaptant aux différentes situations (Perkell *et al.*, 1997).

Mais la théorie initiale du contrôle moteur par buts auditifs de Perkell se fait plutôt brève dans l'intégration des aspects suprasegmentaux de la parole. Compte tenu des multiples fonctions de la prosodie dans la parole, Dogil et Möbius (2001) l'ont intégrée au modèle de Perkell en considérant de la même manière les mouvements de la parole qui produisent l'aspect segmental et ceux qui produisent l'aspect suprasegmental. Par conséquent, il serait possible d'étendre tous les postulats de base du modèle à la production de la prosodie. Ainsi, le modèle interne développé lors de l'acquisition du langage (ou de l'apprentissage d'une langue) engloberait à la fois la composante segmentale et la composante suprasegmentale de la parole. Les paramètres prosodiques seraient donc intégrés dans le système de *feedforward commands* et pourraient eux aussi être affectés par une dégradation de la rétroaction auditive. Enfin, tout comme les mouvements au niveau segmental, les mouvements au niveau suprasegmental seraient des gestes intonatifs atteignant ou traversant des régions d'un espace perceptuel multi-dimensionnel. Des gestes intonatifs bien exécutés donneraient lieu à des manifestations prosodiques pertinentes perceptuellement (Dogil et Möbius, 2001, p. 665).

#### *1.4.3 Implications dans le cas de la prosodie chez les sourds*

La théorie de Perkell propose donc qu'un modèle interne soit développé lors de l'acquisition du langage, permettant d'associer les gestes articulatoires (incluant ici les gestes qui entraînent les variations prosodiques) et leurs conséquences acoustiques et supprimant

ainsi le besoin de se fier constamment au résultat acoustique de ce qu'on articule. Dans le cadre de ce mémoire, ce postulat deviendrait d'une grande implication, puisque l'accès des sourds postlinguistiques à l'information auditive permettant une calibration ponctuelle de la prosodie varie en fonction de leur condition perceptuelle (implant en marche ou non).

En effet, l'observation de grands écarts dans les différents paramètres entre les deux conditions de production chez les sourds (implant en marche et implant éteint) confirmerait la nécessité du *feedback* auditif dans le maintien des paramètres suprasegmentaux, sans égard à leur importance dans l'interprétation de la phrase. Dans le cas inverse, s'il n'y a que peu de différence entre les deux conditions, on pourrait penser que le modèle interne proposé par la théorie de Perkell inclut effectivement l'aspect suprasegmental et est assez robuste, chez l'adulte ayant perdu l'audition après l'apprentissage du langage, pour pallier efficacement l'absence de rétroaction auditive.

En d'autres mots, puisque les paramètres phonémiques sont censés être moins affectés par une altération du *feedback* auditif que les paramètres posturaux (prosodie), que se passera-t-il avec les paramètres posturaux nécessaires à l'interprétation correcte d'un énoncé (c'est-à-dire des paramètres nécessaires à la distinction des modalités, tout comme les paramètres phonémiques sont nécessaires à la distinction des phonèmes) si l'on empêche complètement la rétroaction auditive? Par ailleurs, si les sourds démontrent une difficulté à contrôler leur fréquence fondamentale lorsqu'ils ne s'entendent pas (comme dans l'étude de Lane *et al.*, 1997), pourront-ils produire des indices prosodiques assez précis pour que la modalité de leur énoncé soit correctement perçue par un auditeur?

## 1.5 Conclusion

En résumé, la prosodie (composante suprasegmentale) constitue, avec la composante segmentale, les deux dimensions de la parole que l'on peut étudier en phonétique. Les paramètres qui la constituent traditionnellement sont l'intonation (la mélodie), l'intensité et le rythme (le débit et les pauses). Elle peut remplir plusieurs fonctions différentes, dont la fonction modale, c'est-à-dire qu'en l'absence de marqueurs linguistiques, elle peut indiquer si un énoncé est interrogatif ou assertif. Par ailleurs, les courbes intonatives ascendante,



ascendante-descendante et basse-statique seraient les mieux désignées pour indiquer l'interrogation.

La perception de la prosodie passe principalement par l'audition, l'un des canaux disponibles pour la perception de la parole. Cependant, si l'oreille est endommagée, causant une surdité partielle ou totale, ce n'est pas seulement la perception de la parole, mais aussi sa production qui est affectée : la composante suprasegmentale serait la première à subir les effets d'une perturbation du *feedback* auditif, alors que les paramètres de la composante segmentale se maintiendraient plus facilement. Pour pallier la surdité et atténuer ses effets sur la perception et la production de la parole, il est possible de se tourner entre autres vers l'implant cochléaire.

L'audition constitue justement le centre de la théorie du contrôle moteur de la parole par buts auditifs de Perkell. Grâce à différentes sources d'information (provenant des sens tels que l'ouïe et la vue), un modèle unissant les différentes combinaisons de paramètres articulatoires et leurs conséquences acoustiques (les buts à atteindre) serait développé lors de l'acquisition du langage chez l'enfant. Avec le temps, ce modèle deviendrait assez robuste pour permettre le contrôle de la parole sans l'aide constante des sources d'information. C'est alors l'audition qui permettrait l'ajustement ponctuel des différents paramètres articulatoires afin d'atteindre les buts acoustiques voulus.

La présente recherche se démarque des études présentées précédemment par le fait qu'elle observera, chez des sourds implantés, la production et la perception de la prosodie dans un contexte où celle-ci est nécessaire à l'interprétation d'un énoncé.

## CHAPITRE II

### HYPOTHÈSES

Afin de répondre aux objectifs de départ, en considérant les informations précédentes à propos de la prosodie et de la surdité et tout en nous situant dans le cadre de la théorie de Perkell (à laquelle a été intégrée la composante suprasegmentale de la parole), les hypothèses suivantes peuvent être avancées :

#### 2.1 En production<sup>9</sup>

##### 2.1.1 *À propos des variations de fréquence fondamentale*

PROD-H1 a) Chez les sourds, en condition d'implant éteint, les variations de fréquence fondamentale des énoncés seront significativement différentes de celles des locuteurs contrôles ;

PROD-H1 b) Chez les sourds, en condition d'implant en marche, les variations de fréquence fondamentale des énoncés seront comparables à celles des locuteurs contrôles ;

##### 2.1.2 *À propos de la durée des segments*

PROD-H2 a) Chez les sourds, en condition d'implant éteint, la durée des segments sera plus longue que celle des locuteurs contrôles ;

PROD-H2 b) Chez les sourds, en condition d'implant en marche, la durée des segments sera comparable à celle des locuteurs contrôles.

---

<sup>9</sup> Le paramètre de l'intensité n'a pas été étudié dû à l'absence de contrôle de la distance entre le micro et la bouche entre chacun des participants.

### *2.1.3 À propos des scores modaux moyens (modalité perçue par des auditeurs) des énoncés produits*

PROD-H3 a) Les scores modaux moyens (SMM) des énoncés produits par les sourds en condition d'implant éteint seront significativement moins élevés que ceux des énoncés produits par les locuteurs contrôles ;

PROD-H3 b) Les SMM des énoncés produits par les sourds en condition d'implant en marche seront comparables à ceux des énoncés produits par les locuteurs contrôles ;

PROD-H3 c) Les SMM des énoncés produits par les sourds avec implant éteint seront significativement moins élevés que ceux des énoncés produits par les sourds avec implant en marche.

### *2.1.4 À propos du lien entre les scores modaux moyens des énoncés produits et les paramètres acoustiques*

PROD-H4 – Le paramètre influençant le plus les SMM des énoncés produits sera les variations de fréquence fondamentale.

## **2.2 En perception**

PERC-H5 – L'acuité de perception des modalités sera significativement plus élevée chez les locuteurs contrôles.

## **2.3 Liens entre production et perception**

LIENS-H6 – Les participants qui performeront le mieux à la tâche de production d'énoncés seront les mêmes qu'au test de perception, tant chez les locuteurs sourds que chez les locuteurs contrôles.

## CHAPITRE III

### MÉTHODOLOGIE

Afin de répondre aux objectifs fixés, la méthodologie privilégiée dans cette étude sera celle de la phonétique expérimentale. Ainsi, elle fera appel à des participants sourds et contrôles qui passeront des tests de production et de perception montés dans le but d'observer spécifiquement les paramètres pertinents pour la présente étude.

#### 3.1 Participants

Les participants sourds ont été recrutés par le biais de l'IRD (Institut Raymond-Dewar, Montréal). Le groupe de participants sur lequel porte notre étude est composé de trois adultes sourds postlinguistiques porteurs d'implant cochléaire depuis au moins deux ans (cf. Kishon-Rabin *et al.*, 1999). Les participants sont tous atteints de surdité sévère ou profonde<sup>1</sup>, oralistes, locuteurs du français québécois et n'ont aucun trouble de la parole, du langage ou de trouble moteur diagnostiqué. Les informations concernant chaque participant sourd sont présentées dans le Tableau 3.1.

Les participants contrôles choisis sont du même sexe et du même âge (plus ou moins 4 ans) que les participants sourds, et sont aussi locuteurs du français québécois. Ils n'ont aucune perte d'audition anormale (ils montrent plutôt des courbes presbyacousiques, c.-à-d. une détérioration de l'audition liée à l'âge, normales), trouble de la parole ou du langage ou

---

<sup>1</sup> Étant donné que l'IRD n'a contacté, aux fins de la présente étude, que des personnes atteintes de surdité sévère ou profonde, aucun test d'audition n'a été octroyé aux participants. Ceux-ci ont assuré n'entendre absolument rien lorsqu'ils éteignaient leur implant cochléaire. Par ailleurs, aucun test d'audition avec implant en fonction n'a été octroyé.

trouble moteur diagnostiqué. Les informations concernant chaque participant contrôle sont présentées dans le Tableau 3.2 et leurs audiogrammes sont présentés à l'Appendice A.

**Tableau 3.1 - Informations relatives aux participants sourds**

Participant	Sourd 1	Sourd 2	Sourd 3
<b>Sexe</b>	Féminin	Masculin	Féminin
<b>Âge</b>	73 ans	39 ans	58 ans
<b>Étiologie de la surdité</b>	Inconnu	Choc à la tête	Otosclérose
<b>Âge à l'implantation</b>	63 ans	37 ans	56 ans
<b>Âge au diagnostic de surdité sévère ou profonde</b>	49 ans	35 ans	46 ans
<b>Marque de l'implant</b>	Clarion	Advanced Bionics	Nucleus Freedom
<b>Stratégie du processeur</b>	n.s.p.	Fidelity 120 séquentiel	n.s.p.
<b>Canaux en fonction</b>	n.s.p.	3	4
<b>Durée du port de l'implant par jour</b>	Toute la journée	Toute la journée	Toute la journée
<b>Appareil controlatéral</b>	Aucun	Aucun	Aucun
<b>Modalité gestuelle présente</b>	Non	Non	Non
<b>Vision</b>	Corrigée (lunettes)	Normale	Corrigée (lunettes)

**Tableau 3.2 - Informations relatives aux participants contrôles**

Participant	Contrôle1	Contrôle2	Contrôle3
<b>Sexe</b>	F	M	F
<b>Âge</b>	73	41	57
<b>Vision</b>	Corrigée (Lunettes)	Normale	Corrigée (Lunettes)

Mis à part les trois participants sourds et les trois participants contrôles formant nos groupes à l'étude (ci-après, les « participants », ou « locuteurs »), les expériences menant à la collecte des données pertinentes à la présente étude ont aussi nécessité la participation de onze autres personnes. De ce nombre, une personne a prêté sa voix pour l'enregistrement du corpus allant servir au test de perception (ci-après, le « locuteur-corpus »); cinq personnes (ci-après, les « juges ») ont validé les énoncés produits par le « locuteur-corpus » avant que le test de perception soit proposé aux participants, et cinq personnes (autres que les juges ; ci-après, les « auditeurs ») ont dû évaluer la qualité des énoncés produits par les deux groupes à l'étude.

### 3.2 Procédures

Chacun des participants a d'abord eu à passer un test de production, puis un test de perception, décrits dans les lignes suivantes.

#### 3.2.1 Test de production

Les participants ont pu se familiariser avec le corpus avant de commencer l'enregistrement, afin de permettre une lecture plus naturelle des énoncés dès le début de l'enregistrement. Le corpus est constitué des énoncés suivants :

- Elle aimerait de nouveaux ordis./ ? = [ɛ.lɛm.rɛ.də.nu.vo.zɔʁ.d<sub>z</sub>i]
- La dame a un bon alibi./ ? = [la.da.ma.œ.bo.na.li.bi]
- Didier a vu les beaux habits./ ? = [d<sub>z</sub>i.d<sub>z</sub>je.a.vy.le.bo.za.bi]
- Marie admire grand-mère Julie./ ? = [ma.ri.ad.mir.grã.mɛr.ʒy.li]<sup>2</sup>
- Ils arriveront avant midi./ ? = [il.za.ri.vrõ.a.vã.mi.d<sub>z</sub>i]
- Vous avez aimé la magie./ ? = [vu.za.ve.ɛ.me.la.ma.ʒi]<sup>3</sup>

Les énoncés choisis contiennent seulement des consonnes voisées afin d'éviter le plus possible les coupures dans les courbes de fréquence fondamentale et ainsi permettre une meilleure analyse de ces courbes. Par ailleurs, ils sont linguistiquement non marqués (aucune inversion, absence de la locution « est-ce que »), de sorte que la modalité interrogative ne peut être actualisée que par des variations dans la prosodie de l'énoncé. Ils sont aussi tous composés du même nombre de syllabes (huit), en prenant en considération le phénomène d'élision du schwa. Enfin, ils se terminent tous par le même phonème afin de neutraliser tout effet de hauteur dû aux propriétés acoustiques du phonème final.

Les participants devaient lire six fois chaque énoncé sous chacune des deux modalités (assertive et interrogative); un point d'interrogation (?) ou un point final (.) indiquaient aux

<sup>2</sup> Noter que le « d » de « admire » se transformera fort possiblement en « n » à la suite d'une assimilation de la nasalisation du phonème suivant, /m/, pour entraîner la prononciation [ma.ri.an.mir.grã.mɛr.ʒy.li].

<sup>3</sup> Dans l'analyse de données, les six énoncés seront notés seulement par le mot final (ordis, alibi, habits, Julie, midi, magie).



participants en quelle modalité produire les énoncés<sup>4</sup>. Les énoncés étaient présentés en ordre aléatoire<sup>5</sup>, différent pour chaque participant. Ils étaient affichés un à un sur un écran plat de 20 pouces placé à 2,65 mètres devant eux. L’affichage du texte sur cet écran se faisait en Calibri 44, noir sur blanc, centré.

Chaque participant sourd a passé ce test sous deux conditions différentes : d’abord en condition d’implant éteint, puis en condition d’implant en marche, pour un total de 144 énoncés par participant sourd (6 énoncés x 2 modalités x 6 répétitions x 2 conditions). Les participants normo-entendants ont pour leur part produit un total de 72 énoncés chacun (6 énoncés x 2 modalités x 6 répétitions).

L’enregistrement a été effectué en chambre sourde en utilisant un micro-oreillette omnidirectionnel à condensateur, répondant aux fréquences de 20 à 20 000 Hz, de marque Audio Technica BP892. Le micro était branché à un pré-amplificateur PreSonus TubePRE et lui fournissait l’alimentation fantôme ; un câble reliait la sortie de son du pré-amplificateur à une caméra numérique Panasonic, modèle AG-DVC30P<sup>6</sup>. Le son et l’image étaient ensuite transmis au logiciel Adobe Premiere Pro<sup>7</sup> qui en faisait l’acquisition en mode DV. L’extraction de l’audio des fichiers audiovisuels s’est faite en stéréo, à un taux d’échantillonnage de 48 000 Hz, un type d’échantillonnage de 16 bits, et à un entrelacement d’une seconde.

### 3.2.2 Évaluation de la production

Cinq auditeurs (deux femmes âgées de 21 et 27 ans, et trois hommes âgés de 21, 21 et 22 ans, tous de niveau universitaire) ont par la suite évalué la modalité (assertive ou interrogative) des énoncés produits par les participants sourds et contrôles. Dans un test monté à l’aide du logiciel Praat<sup>8</sup>, les auditeurs devaient indiquer leur perception des énoncés produits par les participants ; ils devaient choisir entre « Assurément une question », « Peut-être une question », « Peut-être une affirmation » et « Assurément une affirmation ». Chacun

<sup>4</sup> On parlera plus tard d’« énoncés produits de façon assertive » et d’« énoncés produits de façon interrogative ».

<sup>5</sup> Ordre aléatoire généré à l’aide du site Internet [www.random.org](http://www.random.org).

<sup>6</sup> Cette caméra était installée pour capter le visage des sujets, au cas où les données visuelles seraient réutilisées pour une étude subséquente.

<sup>7</sup> Logiciel de montage audiovisuel.

<sup>8</sup> Logiciel d’analyse et de manipulation de signaux vocaux, permettant aussi le montage de tests de perception ayant pour stimuli des extraits sonores. Version utilisée pour le présent mémoire : 5.2.22.



des énoncés était présenté une fois, de façon aléatoire. En cas de doute, les auditeurs pouvaient écouter les énoncés une seconde fois avant de faire un choix.

### 3.2.3 Test de perception

Le corpus servant au test de perception des participants a été enregistré par un locuteur masculin (« locuteur-corpus ») produisant les six énoncés exposés précédemment. En prévision des manipulations d'énoncés à venir, ce « locuteur-corpus » avait reçu comme consigne de produire les énoncés du corpus de la façon la plus neutre possible, c'est-à-dire en tentant de rester sur le même ton tout au long de l'énoncé.

L'enregistrement du corpus du test de perception s'est effectué en chambre sourde. Le même micro que celui décrit précédemment a été utilisé. Le micro était branché à un préamplificateur de marque AudioBuddy, répondant aux fréquences de 5 à 50 000 Hz, qui fournissait l'alimentation fantôme au micro. L'ordinateur était équipé d'une carte de son de marque Delta 1010LT. Le son a été enregistré en mono, qualité PCM 16 bits, avec un taux d'échantillonnage (*sampling*) de 44100 Hz. Le fichier regroupant tous les énoncés produits par le locuteur a par la suite été découpé à l'aide du logiciel Goldwave<sup>9</sup> pour ne conserver, aux fins des manipulations subséquentes, que l'occurrence la mieux produite (sans hésitation ou reprise, la plus neutre possible) de chacun des 6 énoncés du corpus. Les fichiers ainsi créés ont été enregistrés en qualité 16 bits stéréo.

Les énoncés conservés ont par la suite subi des manipulations. La courbe de fréquence fondamentale de chaque énoncé a d'abord été complètement aplatie pour éliminer toute variation intonative et placée à la hauteur moyenne de l'énoncé original (non manipulé) afin d'éviter le plus de distorsions sonores possible. (Une modification excessive de la fréquence d'un signal vocal risque d'entraîner un effet moins naturel que l'on pourrait qualifier de « robotique ». Les énoncés avaient été produits de la façon la plus neutre possible par le locuteur-corpus afin, justement, de minimiser l'impact perceptif de la manipulation de la fréquence fondamentale sur le signal vocal.) Les courbes d'intensité n'ont pas été modifiées puisque Grundstrom (1973) n'avait observé aucune influence de ce paramètre dans la perception de l'interrogation. Par la suite, la hauteur de la dernière syllabe de chaque énoncé

---

<sup>9</sup> Logiciel de capture et d'édition de signaux sonores.

a été manipulée pour obtenir cinq courbes intonatives synthétiques passant d'une extrémité à l'autre du continuum énoncé assertif-énoncé interrogatif. Les énoncés « les plus assertifs » se sont donc vu attribuer une courbe descendante de 8 demi-tons sur la dernière syllabe, et les énoncés « les plus interrogatifs », une courbe ascendante de 8 demi-tons sur la dernière syllabe. Les énoncés « semi-interrogatifs » et « semi-assertifs » ont quant à eux reçu des modifications de  $\pm 4$  demi-tons, ce qui équivaut dans tous les cas à un peu moins de 40 Hz de variation. Puisque Grundstrom (1973, p. 45) avait déterminé que

la hauteur de la montée est de loin le facteur le plus important [et qu'une] montée de 40 Hz ne suffit pas pour marquer une question, du moins, pas dans le contexte d'un test où tous les énoncés [avaient] des courbes ascendantes,

une variation de  $\pm 4$  demi-tons nous est apparue comme pertinente dans l'optique où nous désirions garder des énoncés ambigus afin de pouvoir juger de la finesse de la perception des courbes par les participants. Des énoncés ont été laissés neutres (sans montée ni descente finales) afin de servir de repères. La modalité des énoncés manipulés dans Praat a par la suite été validée par accord interjuge, les cinq juges ayant une très bonne connaissance de la phonétique (étudiantes en phonétique au niveau de la maîtrise ou du doctorat). Les juges devaient indiquer si elles percevaient une montée (une interrogation), une descente (une affirmation) ou un énoncé neutre. Chaque courbe synthétique a ainsi été validée.

Le test de perception présenté aux participants sourds et contrôles de l'expérience a lui aussi été monté dans Praat. Chaque courbe de chaque énoncé a été présentée 6 fois, et les énoncés étaient présentés de manière aléatoire (« Permute balanced no doublets »); 180 occurrences composaient donc ce test (5 courbes x 6 énoncés x 6 répétitions). Le test se faisait en chambre sourde. Le participant était assis à environ 50 cm de l'écran d'ordinateur et écoutait les énoncés diffusés sur des haut-parleurs ajustés à un volume confortable pour lui. La consigne était la suivante : « Ceci est un test de perception. Vous devrez dire si l'énoncé vous apparaît assertif (descendant), interrogatif (montant) ou neutre. » Le test proposait donc trois choix de réponse : Affirmation, Neutre et Question. L'expérimentatrice ne donnait aucun commentaire aux participants pendant le test.

### 3.3 Extraction et analyse des données

#### 3.3.1 Test de production

L'analyse des données en production s'est faite quantitativement. D'abord, chacune des réponses données par les auditeurs au test d'évaluation de la production des énoncés était calculée comme suit : -2 points pour un énoncé considéré par l'auditeur comme « Assurément une affirmation », -1 point pour un énoncé considéré « Peut-être une affirmation », +1 point pour un énoncé considéré « Peut-être une question » et +2 points pour un énoncé considéré « Assurément une question ». La moyenne des points correspondant aux réponses données par les auditeurs était ensuite calculée pour donner le score correspondant à la modalité perçue, le « score modal moyen » (ci-après, « SMM »), de chaque énoncé. Ainsi, chaque énoncé ayant obtenu un SMM négatif était en moyenne considéré plus près d'une assertion que d'une interrogation, et vice-versa.

Des ANOVAs à mesures répétées avec comme variable dépendante le SMM et comme variable indépendante la condition de rétroaction auditive ont permis de vérifier si des différences significatives existaient 1) chez les sourds, entre les conditions d'implant éteint et d'implant en marche, 2) entre locuteurs sourds en condition d'implant en marche et locuteurs contrôles, et 3) entre locuteurs sourds en condition d'implant éteint et locuteurs contrôles.

Les données pour l'analyse acoustique de chaque énoncé ont été obtenues avec la segmentation des énoncés dans Praat. Un script a extrait automatiquement les valeurs de fréquence fondamentale (en Hertz) au centre de chaque voyelle (les valeurs de référence pour l'extraction automatique de la  $F_0$  étant ajustées en fonction de chaque locuteur), ainsi que les temps de début et de fin de chaque voyelle, ce qui a permis de calculer leur durée. Les données de hauteur en Hz ont été transformées en demi-tons<sup>10</sup> avant d'être analysées pour obtenir la  $F_0$  moyenne (hauteur moyenne de la voix), l'écart-type de la  $F_0$  (un écart-type plus élevé indique plus de variation de hauteur entre chacune des syllabes d'un énoncé ; à l'inverse, un écart-type moins élevé indique un énoncé plus monotone) et l'étendue de la  $F_0$  (valeur de  $F_0$  maximum - valeur de  $F_0$  minimum) ainsi que la différence de hauteur entre les deux dernières syllabes de chaque énoncé. Les données de temps ont quant à elles permis d'obtenir, outre la durée des syllabes de chaque énoncé, le ratio de la durée de la syllabe

<sup>10</sup> Avec la formule  $40 \cdot \text{LOG}_{10}(x)$ , où  $x$  = valeur de la fréquence fondamentale en Hz.



finale sur la durée totale de l'énoncé. Des ANOVAs à mesures répétées ont par la suite permis de comparer les valeurs des différentes analyses selon la condition de *feedback*.

Les valeurs de la fréquence fondamentale ont permis d'extraire la courbe de fréquence fondamentale pour chaque énoncé. La syllabe finale de ces courbes a finalement été décrite selon la nomenclature utilisée dans Grundstrom (1973, p.27) : courbe ascendante, ascendante-descendante, chute-haute, chute-basse, haute-statique, basse-statique (cf. Figure 1.3 - Courbes de fréquence fondamentale de la syllabe finale).

Une fois les différentes caractéristiques des paramètres acoustiques extraites et analysées, il a été possible de faire le lien entre celles-ci et le SMM obtenu pour chacun des énoncés, afin de voir quelle caractéristique de quel paramètre influençait le plus la perception des énoncés assertifs et des énoncés interrogatifs. Pour ce faire, des analyses de régression linéaire ont été opérées, avec comme variable dépendante le SMM des énoncés, et comme variable indépendante, les valeurs des différents paramètres à l'étude.

### 3.3.1.1 Cas problématiques dans l'extraction des données

Les énoncés n'ont pas tous été produits de la même manière par les participants : certains couples de syllabes sont devenus une seule syllabe à cause d'une fusion vocalique, et des syllabes ont parfois été ajoutées ou supprimées à cause d'une erreur de lecture. Aussi, surtout chez les sourds, certaines voyelles étaient dévoisées (murmurées), empêchant ainsi la détection d'une valeur de  $F_0$ . D'autres voyelles étaient prononcées avec une voix laryngée (*creaky voice*) et la valeur de  $F_0$  qui en était extraite montrait un trop grand écart par rapport aux valeurs qui l'entouraient.

Là où l'analyse du signal acoustique par Praat le permettait, les valeurs erronées ont été corrigées manuellement. De plus, afin de pouvoir comparer tous les énoncés entre eux malgré les particularités dans le nombre de syllabes produites, la compilation des données s'est faite en tenant pour acquis que chaque énoncé était produit avec huit syllabes (énoncé-type). Dans le cas où certaines syllabes n'avaient pas été produites, cela laissait place à une case vide (décalage des données) dans le tableau. Le Tableau 3.3 est tiré de la compilation des données de durée des voyelles (en secondes) et illustre un cas où il y a dû avoir un décalage dans la

compilation des données<sup>11</sup>. L'énoncé-type [vu.za.ve.ε.me.la.ma.ʒi] a été prononcé comme tel par le participant Contrôle1. Cependant, en condition d'implant éteint (*off*), le participant Sourd 1 a complètement dévoisé la syllabe finale (case grise foncée) et cette syllabe n'a donc pas pu être délimitée lors de la segmentation dans Praat. Le participant Sourd 3 a, pour sa part, supprimé les syllabes [za.ve] en condition d'implant éteint et la syllabe [ε] (de « aimé ») en condition d'implant en marche (*on*). Cela donne donc lieu aux énoncés [vu.zε.me.la.ma.ʒi] et [vu.za.ve:me.la.ma.ʒi] respectivement. Un tel décalage entraînait en outre une coupure dans l'illustration des courbes de fréquence fondamentale.

**Tableau 3.3 - Exemple de cas problématique dans la compilation des données acoustiques en production<sup>12</sup>**

Modalité	Énoncé	Syllabe	Variante	Voyelle	Contrôle1	Sourd1off	Sourd3off	Sourd3on
A	magie	vu		u	0,030	0,075	0,104	0,073
A	magie	za		a	0,097	0,104		0,069
A	magie	ve	ve:	e	0,121	0,098		0,135
A	magie	E	zE	E	0,095	0,083	0,050	
A	magie	me		e	0,072	0,086	0,046	0,070
A	magie	la		a	0,069	0,073	0,072	0,075
A	magie	ma		a	0,107	0,146	0,117	0,145
A	magie	Zi		i	0,045		0,144	0,075

### 3.3.2 Test de perception

Les réponses des participants au test de perception ont été extraites des fichiers de résultats de Praat et compilées dans des tables Excel. Chaque réponse donnée (Affirmation, Neutre ou Question) a été comparée à la bonne réponse. Une ANOVA à mesures répétées avec, comme variable dépendante, le résultat au test de perception et, comme variable indépendante, le groupe ou le participant, a permis de voir si des différences significatives existaient 1) entre les deux groupes et 2) entre les locuteurs d'un même groupe, quant à l'acuité de la perception de la valeur assertive, neutre ou interrogative des énoncés.

<sup>11</sup> La colonne Modalité indique si l'énoncé est Assertif (A) ou Interrogatif (I). La colonne Énoncé de quel énoncé il s'agit, entre les 6 énoncés du corpus. Les colonnes Syllabe et Voyelle indique de quelle syllabe et voyelle il s'agit. La colonne Variantes indique ce que le locuteur a produit s'il n'a pas produit les syllabes de l'énoncé-type. Finalement, les participants ont chacun leur colonne de données.

<sup>12</sup> Se référer à l'Appendice B pour les équivalences entre la notation phonétique et la notation utilisée dans l'analyse des données.

### *3.3.3 Liens entre production (SMM) et perception*

Puisque ce sont les mêmes personnes qui ont participé au test de perception et au test de production, il est possible de comparer la capacité de production de ces personnes à leur capacité de perception. Nous pouvons ainsi voir s'il y a une relation entre 1) la mesure que les sourds avec implant en marche ont obtenue en perception et la mesure de valeur d'énoncés qu'ils ont obtenue en production, et 2) la mesure que les normo-entendants ont obtenue en perception et la mesure de valeur d'énoncés qu'ils ont obtenue en production. Nous pouvons ainsi vérifier si les participants qui ont commis le plus d'erreurs en perception sont aussi ceux qui produisent le moins grand contraste prosodique entre les modalités des énoncés qu'ils produisent (c'est-à-dire s'ils sont ceux dont les SMM des énoncés qu'ils produisent de façon assertive et de façon interrogative sont les plus proches). De plus, nous pouvons voir si ceux pour qui la différence de SMM entre implant éteint et implant en marche est très grande sont aussi ceux qui auront fait le plus d'erreurs de perception. Par ailleurs, une analyse de régression linéaire a indiqué si, de manière générale, les capacités de perception et de production sont intimement liées.



## **CHAPITRE IV**

### **RÉSULTATS**

#### **4.1 Introduction**

Ce chapitre présente les résultats obtenus dans les différents tests, en commençant par les résultats en production (test de valeur des énoncés puis paramètres acoustiques des énoncés). On verra ensuite les résultats du test de perception, pour terminer avec les liens entre les deux dimensions étudiées et l'analyse et l'interprétation faite de ces résultats.

#### **4.2 Analyse des données en production**

La production des participants a été analysée en deux parties : d'abord, les énoncés produits par les participants ont été évalués par des auditeurs selon qu'ils étaient perçus par ces derniers de manière plutôt interrogative ou plutôt assertive. Ces perceptions, quantifiées, ont donné lieu à des « scores modaux moyens » (SMM). Un énoncé considéré comme « Assurément une question » par les cinq auditeurs se retrouvait avec un SMM de +2 (le meilleur score possible pour un énoncé censé être produit de façon interrogative), alors qu'un énoncé perçu comme « Assurément une affirmation » par les cinq auditeurs obtenait un SMM de -2 (le meilleur score possible pour un énoncé censé être produit de façon assertive). Un énoncé considéré en moyenne ni plus interrogatif ni plus assertif se voyait attribuer un SMM de 0. Ensuite, les paramètres acoustiques des énoncés (fréquence fondamentale, durée des segments et intensité) ont été analysés. Ces deux parties de l'analyse des données en production ont par la suite été mises en parallèle afin d'observer ce qui, des paramètres

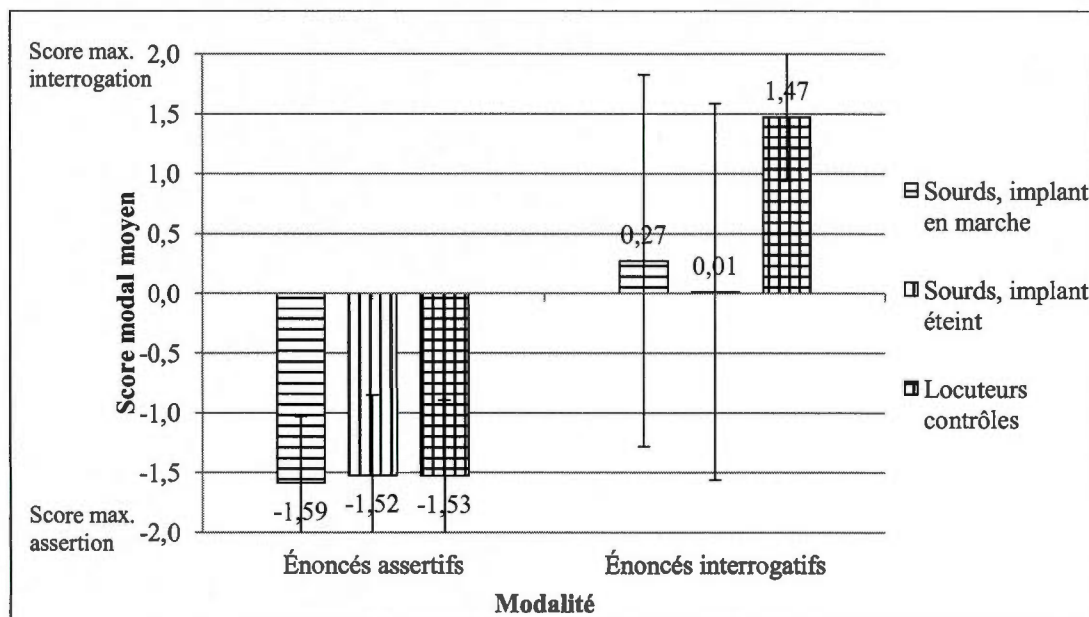
acoustiques produits, peut influencer la perception d'un énoncé (c'est-à-dire son score modal moyen).

#### 4.2.1 Score modal moyen (SMM) des énoncés

La Figure 4.1 montre le score modal moyen des énoncés assertifs et interrogatifs produits par les locuteurs contrôles et par les locuteurs sourds en condition d'implant en marche et d'implant éteint. Par exemple, les énoncés interrogatifs produits par les locuteurs contrôles ont obtenu un SMM de 1,47, sur un maximum de 2. D'un côté, on peut observer dans cette figure que la condition de rétroaction auditive lors de la production influe peu sur le SMM des énoncés assertifs, les scores variant de -1,52 à -1,59. Des ANOVAs à mesures répétées n'ont pas révélé de différence significative entre les différentes conditions de *feedback*. D'un autre côté, un changement dans la condition de rétroaction auditive influence la production des énoncés interrogatifs, puisque les SMM passent de 0,01 chez les locuteurs sourds avec implant éteint et 0,27 avec implant en marche à 1,47 chez les locuteurs contrôles, différences qui s'avèrent significatives (respectivement,  $F(1,213) = 82,76$  ;  $p < 0,05$  et  $F(1,213) = 57,34$  ;  $p < 0,05$ ). De plus, les résultats obtenus avec implant en marche sont significativement plus élevés que ceux obtenus avec implant éteint ( $F(1,213) = 6,6$  ;  $p < 0,05$ ). La différence entre les SMM peut être le reflet de différences inter-individuelles ou encore de différences reliées à la perception des différents énoncés. Dans chacune des trois conditions de *feedback*, la différence entre les énoncés interrogatifs et les énoncés assertifs est significative<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Chez les contrôles,  $F(1,213) = 657,14$  ;  $p < .05$ . Chez les sourds en condition d'implant éteint,  $F(1,213) = 171,96$  ;  $p < .05$ . Chez les sourds en condition d'implant en marche,  $F(1,213) = 235,5$  ;  $p < .05$



**Figure 4.1 – Score modal moyen des énoncés assertifs et interrogatifs par groupe, pour chaque condition de *feedback* (les marges d'erreur représentent les valeurs d'écart-type)**

La figure précédente montrait de très grands écarts-types pour les SMM des énoncés interrogatifs chez les sourds entre les deux conditions de rétroaction ; en détaillant les SMM obtenus par chaque locuteur dans chaque condition, la Figure 4.2 peut expliquer ces grands écarts-types. En effet, cette figure montre entre autres que la locutrice Sourd 1 produit des énoncés interrogatifs qui sont perçus comme étant assertifs, peu importe la condition de *feedback* (ces SMM étant de -1,66 en condition d'implant en marche et de -1,81 en condition d'implant éteint). Cette locutrice contribue donc largement à abaisser le SMM et à augmenter l'écart-type des énoncés interrogatifs produits par les sourds présentés dans la figure précédente. Les énoncés assertifs de cette locutrice ont d'ailleurs obtenu un SMM non significativement différent de celui de ses énoncés interrogatifs. Au contraire, les énoncés interrogatifs et assertifs du locuteur Sourd 2 ont quant à eux obtenu des SMM significativement différents, tant en condition d'implant en marche (SMM de -1,73 contre SMM de 1,54 ;  $F(1,209) = 683,77$  ;  $p < .05$ ) qu'en condition d'implant éteint (SMM de -1,66 contre SMM de 1,60 ;  $F(1,209) = 660,76$  ;  $p < .05$ ). Enfin, on peut voir une différence significative entre les SMM des deux différents types d'énoncés chez la locutrice Sourd 3 en condition d'implant en marche (-1,31 contre 0,93 ;  $F(1,209) = 321,7$  ;  $p < .05$ ) et en condition

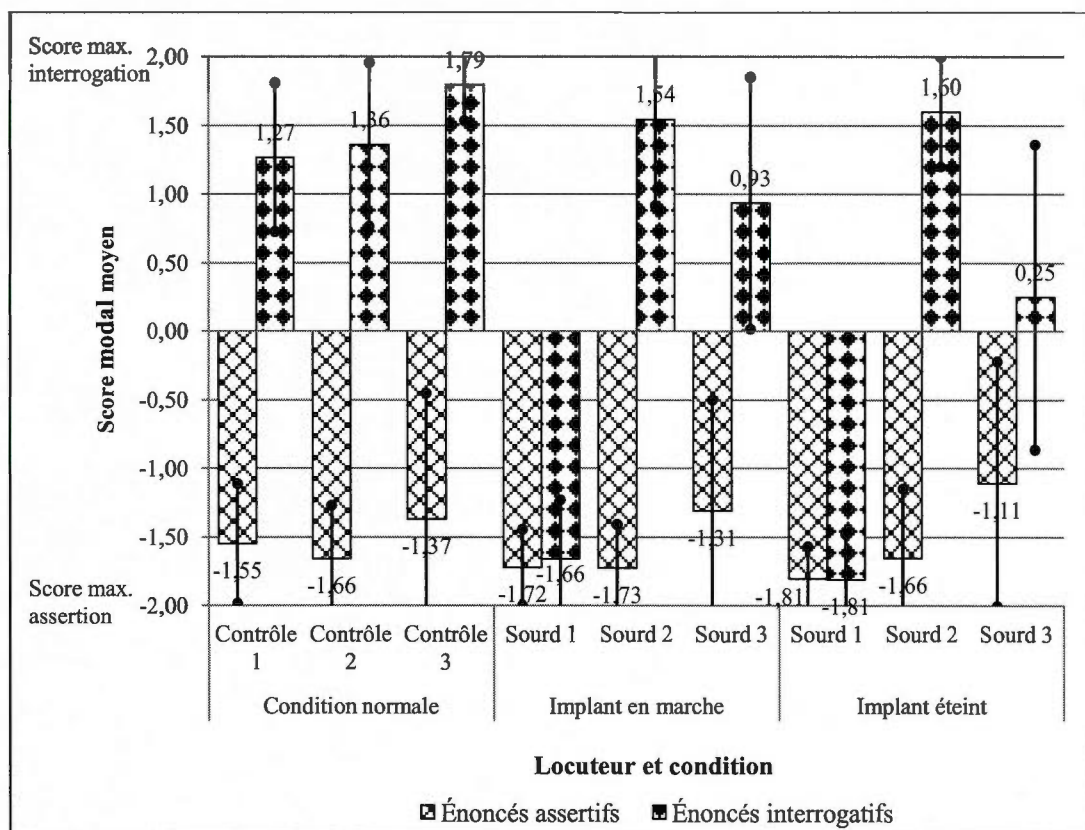
d'implant éteint (-1,11 contre 0,25 ;  $F(1,209) = 115,5$  ;  $p < .05$ ). Par ailleurs, tous les locuteurs contrôles ont obtenu des SMM d'énoncés interrogatifs significativement plus hauts que ceux des énoncés assertifs<sup>2</sup>.

La Figure 4.2 montre par ailleurs que chez la locutrice Sourde 3, le passage d'implant éteint à implant en marche entraîne une amélioration significative des SMM des énoncés interrogatifs (passage du SMM de 0,25 à 0,93 ;  $F(1,209) = 33,09$  ;  $p < .05$ ) et des énoncés assertifs (passage de -1,11 à -1,31 ;  $F(1,209) = 8,78$  ;  $p < .05$ ). Chez les deux autres sourds, le changement de condition n'entraîne pas d'amélioration très marquée aux SMM des énoncés, tant assertifs qu'interrogatifs.

En résumé, tous les locuteurs contrôles ont produit des énoncés interrogatifs et assertifs dont la modalité a été perçue par des auditeurs (cette perception étant quantifiée par les SMM) de façon différente. Deux sourds sur trois ont réussi à produire des énoncés perçus de façon différente tant dans l'une que dans l'autre condition de rétroaction auditive. Cependant, pour l'un de ces locuteurs, même si les deux modalités d'énoncés étaient perçues de façon bien distincte par des auditeurs lorsque produites en condition d'implant éteint, le passage à la condition d'implant en marche a définitivement accentué la distinction entre les deux modalités.

---

<sup>2</sup> Chez le locuteur Contrôle 1 :  $F(1,209) = 494,6$  ;  $p < .05$ . Chez le locuteur Contrôle 2 :  $F(1,209) = 560,14$  ;  $p < .05$ . Chez le locuteur Contrôle 3 :  $F(1,209) = 625,16$  ;  $p < .05$ .



**Figure 4.2 - Score modal moyen des énoncés assertifs et interrogatifs par modalité, par locuteur, pour chaque condition de *feedback* (les marges d'erreur représentent les valeurs d'écart-type)**

À la lumière de ces résultats, il est donc possible de revenir sur les hypothèses de départ concernant les scores modaux moyens. D'abord, l'hypothèse PROD-H3a (« Les SMM des énoncés produits par les sourds en condition d'implant éteint seront significativement moins élevés que ceux des énoncés produits par les locuteurs contrôles ») est confirmée dans le cas des énoncés interrogatifs, mais pas dans le cas des énoncés assertifs. Ensuite, l'hypothèse PROD-H3b (« Les SMM des énoncés produits par les sourds en condition d'implant en marche seront comparables à ceux des énoncés produits par les locuteurs contrôles ») est vérifiée dans le cas des énoncés assertifs, mais pas dans le cas des énoncés interrogatifs. Enfin, l'hypothèse PROD-H3c (« Les SMM des énoncés produits par les sourds avec implant éteint seront significativement moins élevés que ceux des énoncés produits par les sourds avec implant en marche ») n'est confirmée que dans le cas de la locutrice Sourd 3.



## 4.2.2 Paramètres acoustiques

### 4.2.2.1 Fréquence fondamentale

La courbe de fréquence fondamentale de chaque énoncé a été extraite à partir des mesures de hauteur prises au centre des voyelles (voir l'Appendice C pour toutes les figures). Pour chaque participant, la fréquence fondamentale moyenne et l'écart-type des valeurs de  $F_0$  de chaque énoncé ont été calculés. La moyenne de chacune de ces valeurs a ensuite été calculée pour chaque groupe d'énoncés (assertifs et interrogatifs), par participant, par condition de *feedback*. Ce sont ces données que la Figure 4.3 récapitule. Par exemple, cette figure indique que la fréquence fondamentale moyenne des énoncés assertifs qu'a produits le locuteur Contrôle 1 est de 86,60 dT, alors que la  $F_0$  moyenne de ses énoncés interrogatifs est de 90,35 dT. On peut aussi constater que l'écart-type moyen des valeurs de  $F_0$  de ses énoncés assertifs est plus grand que celui de ses énoncés interrogatifs : ce résultat suggère que les énoncés assertifs du locuteur Contrôle 1 présentent plus de variations de hauteur entre chacune de ses syllabes que ses énoncés interrogatifs. En d'autres mots, les courbes de ses énoncés interrogatifs sont plus planes (présentent moins de variation) que celles de ses énoncés assertifs.

La Figure 4.3 permet donc de comparer les changements de hauteur moyenne de la voix et les variations moyennes dans la hauteur de la voix, entre les différentes modalités des énoncés produits mais aussi entre les différentes conditions de rétroaction auditive<sup>3</sup>. On observe que dans tous les cas, excepté pour le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint, la hauteur moyenne de la voix est plus élevée pour les énoncés interrogatifs que pour les énoncés assertifs. Les locuteurs contrôles montrent significativement plus de variations de hauteur (représentées par les écarts-types) que les sourds en condition d'implant éteint ainsi qu'en condition d'implant en marche (respectivement,  $F(1,213) = 14,37$  ;  $p < .05$  et  $F(1,213) = 95,68$  ;  $p < .05$ ). Par ailleurs, les sourds en condition d'implant éteint produisent significativement plus de variation dans leurs énoncés qu'en condition d'implant en marche ( $F(1,213) = 86$  ;  $p < .05$ ).

<sup>3</sup> Une version de cette même figure, avec des données en Hertz, se trouve à l'Appendice D (voir Figure D.1). La comparaison de la figure en demi-tons et de celle en Hertz permet de constater les différences entre les deux systèmes de mesure.

Même en séparant les modalités des énoncés produits, la différence entre les conditions de *feedback* reste significative. Cependant, des analyses plus approfondies ont révélé que la modalité assertive présente significativement plus de variations dans la hauteur que la modalité interrogative chez les locuteurs contrôles ( $F(1,213) = 5,5 ; p < .05$ ). Cette différence n'est pas significative chez les sourds, tant dans l'une que dans l'autre condition de rétroaction auditive. Globalement, ces résultats permettent donc de confirmer l'hypothèse PROD-H1a (« Chez les sourds, en condition d'implant éteint, les variations de fréquence fondamentale des énoncés seront significativement différentes de celles des locuteurs contrôles »), mais infirment l'hypothèse PROD-H1b (« Chez les sourds, en condition d'implant en marche, les variations de fréquence fondamentale des énoncés seront comparables à celles des locuteurs contrôles »).

Par ailleurs, cette même figure permet de comparer la fréquence fondamentale moyenne (hauteur moyenne de la voix) chez chacun des locuteurs en fonction de la modalité de l'énoncé et de la condition de *feedback* (dans le cas des sourds). D'abord, la modalité interrogative entraîne presque toujours une hausse de la fréquence fondamentale moyenne (seul le Sourd 1 en condition d'implant éteint ne reproduit pas ce patron). Pour chaque locuteur et chaque condition (sauf le locuteur Sourd 1, dans les deux conditions), l'écart de  $F_0$  moyenne entre les deux modalités est significatif<sup>4</sup>. Ensuite, la condition de rétroaction auditive a un impact chez le locuteur Sourd 1, qui abaisse significativement la hauteur moyenne de sa voix en condition d'implant en marche ( $F(1,209) = 374,82 ; p < .05$ ). Chez les deux autres locuteurs sourds, la hauteur moyenne de la voix reste similaire même après un changement de condition de *feedback*.

---

<sup>4</sup> Contrôle 1 :  $F(1,209) = 123,23 ; p < .05$ . Contrôle 2 :  $F(1,209) = 63,82 ; p < .05$ . Contrôle 3 :  $F(1,209) = 406,47 ; p < .05$ . Sourd 1, implant éteint :  $F(1,209) = 0,42 ; p = .52$ . Sourd 2, implant éteint :  $F(1,209) = 22,92 ; p < .05$ . Sourd 3, implant éteint :  $F(1,209) = 43,69 ; p < .05$ . Sourd 1, implant en marche :  $F(1,209) = 0,84 ; p = .36$ . Sourd 2, implant en marche :  $F(1,209) = 48,79 ; p < .05$ . Sourd 3, implant en marche :  $F(1,209) = 53,5 ; p < .05$ .

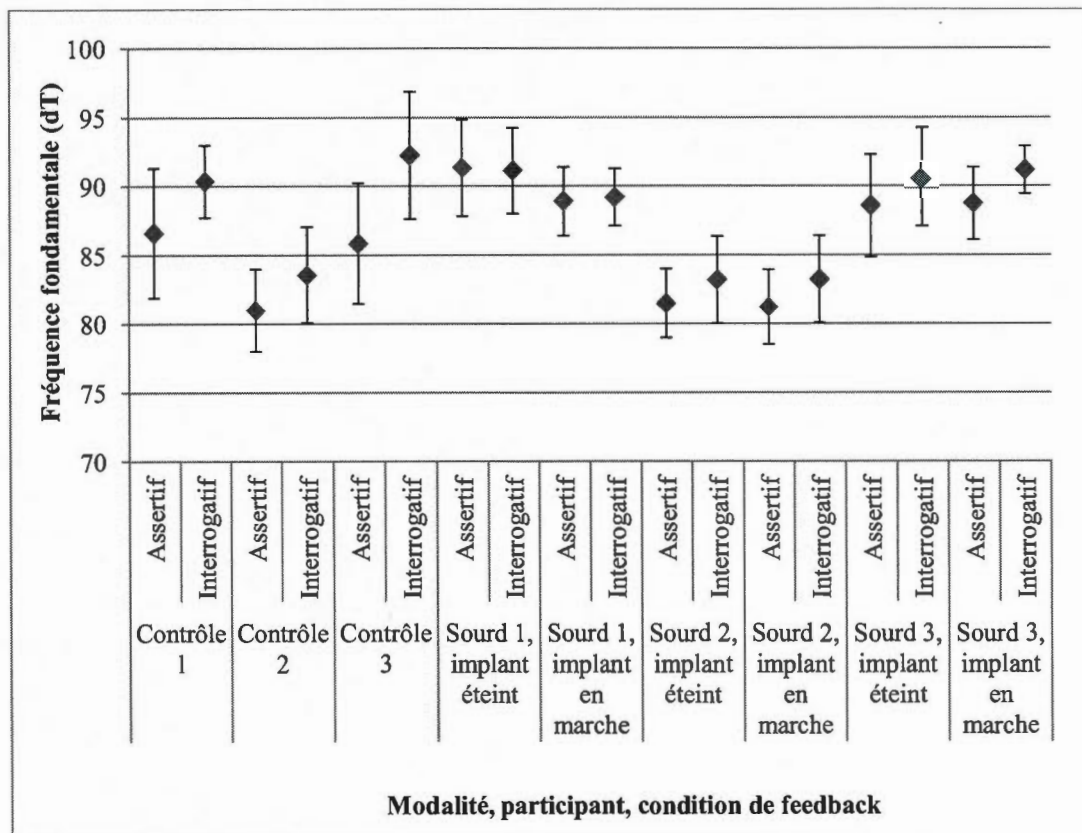


Figure 4.3 - Fréquence fondamentale moyenne (en demi-tons) et écarts-types moyens (barres d'erreur) pour les énoncés par modalité, par participant, par condition de *feedback*

L'étendue de la fréquence fondamentale (valeur maximum - valeur minimum) des énoncés a aussi été analysée. À première vue, de manière générale chez les locuteurs contrôles, l'étendue de  $F_0$  des énoncés interrogatifs est plutôt stable entre les énoncés, alors que l'étendue des énoncés assertifs est soit très basse soit très élevée comparée à celle des énoncés interrogatifs (voir, à l'Appendice D, la Figure D.2 à la Figure D.4). De fait, la différence d'étendue entre les deux modalités ne s'est pas trouvée significative. Chez le participant Sourd 1 (Figure D.5), en condition d'implant éteint comme en condition d'implant en marche, aucun patron ne se dégage. Les énoncés assertifs du Sourd 2 (Figure D.6) ont tendance à avoir une étendue de fréquence plus basse que ses énoncés interrogatifs, dans les deux conditions de rétroaction auditive, et cela s'avère significatif (avec implant en marche,  $F(1,209) = 3,96$  ;  $p = .047$  ; avec implant éteint,  $F(1,209) = 4,29$  ;  $p < .05$ ). Le Sourd 3 (Figure D.7), quant à lui, ne présente aucun patron particulier en condition d'implant éteint,

mais en condition d'implant en marche, il produit généralement des énoncés assertifs ayant une plus grande étendue de fréquence fondamentale que ses énoncés interrogatifs, cette différence s'avérant significative ( $F(1,209) = 3,97 ; p = .048$ ).

La différence de hauteur entre les deux dernières syllabes pourrait quant à elle être un indice pertinent pour la production et pour la perception d'énoncés interrogatifs. L'analyse de la variation de hauteur entre ces syllabes (voir l'illustration de ces résultats à l'Appendice E)<sup>5</sup> a montré que les locuteurs contrôles produisent généralement une augmentation de la hauteur sur la dernière syllabe des énoncés interrogatifs, alors que la hauteur demeure relativement stable ou diminue lors de la production des énoncés assertifs. Quant aux locuteurs sourds, seul le locuteur Sourd 2 se conforme au modèle établi par les locuteurs contrôles, tant en condition d'implant en marche qu'en condition d'implant éteint. Les locuteurs sourds 1 et 3 ne démontrent pour leur part aucune tendance, tant dans l'une que dans l'autre condition de *feedback*, en ce qui a trait à la variation de hauteur entre les deux dernières syllabes des énoncés interrogatifs et des énoncés assertifs. Ainsi, pour les énoncés assertifs, la différence entre les locuteurs contrôles et les locuteurs sourds en condition d'implant éteint ainsi que la différence entre les locuteurs contrôles et les locuteurs sourds en condition d'implant en marche ne sont pas significatives. Le cas contraire se présente pour les énoncés interrogatifs, c'est-à-dire que la différence de hauteur entre les deux dernières syllabes est significativement plus élevée chez les locuteurs contrôles que chez les locuteurs sourds en condition d'implant éteint ( $F(1,161) = 17,46 ; p < .05$ ) et en condition d'implant en marche ( $F(1,161) = 26,97 ; p < .05$ ). Enfin, il n'y a aucune différence significative entraînée par le passage d'implant éteint à implant en marche, tant pour les énoncés interrogatifs que pour les énoncés assertifs.

Enfin, en utilisant la nomenclature de Grundstrom (1973) (voir Figure 1.3), la courbe de fréquence fondamentale de la syllabe finale de chaque énoncé ayant été considéré interrogatif (c.-à-d. ayant obtenu un SMM positif) a été définie. À la suite de cette analyse (que l'on peut voir illustrée à la Figure 4.4), on remarque que, dans les trois différentes conditions de rétroaction auditive, les énoncés considérés interrogatifs sont en majeure partie produits avec

<sup>5</sup> Les valeurs qui semblent aberrantes sont dues à des calculs basés sur des valeurs de voix laryngée (*creaky voice*) sur l'une ou l'autre des deux dernières syllabes. Ce type de phonation étant produit avec une vibration des cordes vocales très lente, donc une fréquence de son plus basse que la voix normale, cela induit de grandes différences de hauteur entre les deux voyelles.



une courbe ascendante sur la dernière syllabe. La deuxième courbe la plus utilisée est la courbe ascendante-descendante, et la troisième courbe est la haute-statique.

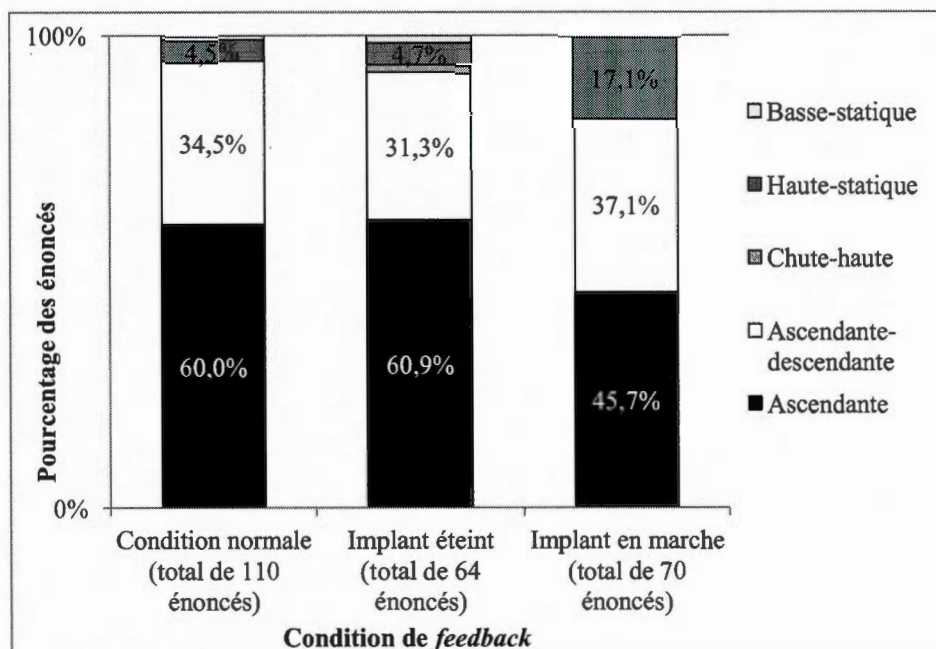


Figure 4.4 - Pourcentage d'énoncés au SMM positif selon le type de courbe de fréquence fondamentale de la syllabe finale, par condition de *feedback*

#### 4.2.2.2 Durée

La segmentation des énoncés dans Praat a permis d'extraire la durée de chaque voyelle. Les tableaux recensant la durée des voyelles pour chaque énoncé peuvent être trouvés à l'Appendice F. Avant de comparer la durée des voyelles pour chaque groupe de locuteurs et chaque modalité d'énoncés, les voyelles non accentuées ont été séparées des voyelles accentuées puisque ces dernières sont généralement plus longues que les premières. La Figure 4.5 illustre la durée moyenne des voyelles (en secondes) par type de voyelle (accentuée ou non), modalité d'énoncé et condition de *feedback*. On peut par exemple observer que la durée moyenne des voyelles accentuées dans les énoncés interrogatifs chez les locuteurs contrôles est de 0,105 s, alors que chez les locuteurs sourds, dans les deux conditions de rétroaction auditive, cette durée s'élève à 0,118 s. La figure indique que toutes choses égales par ailleurs, le groupe contrôle produit des voyelles dont la durée est plus



courte que celles du groupe de sourds, cette différence s'avérant significative ( $F(1,213) = 64,61 ; p < .05$ ).

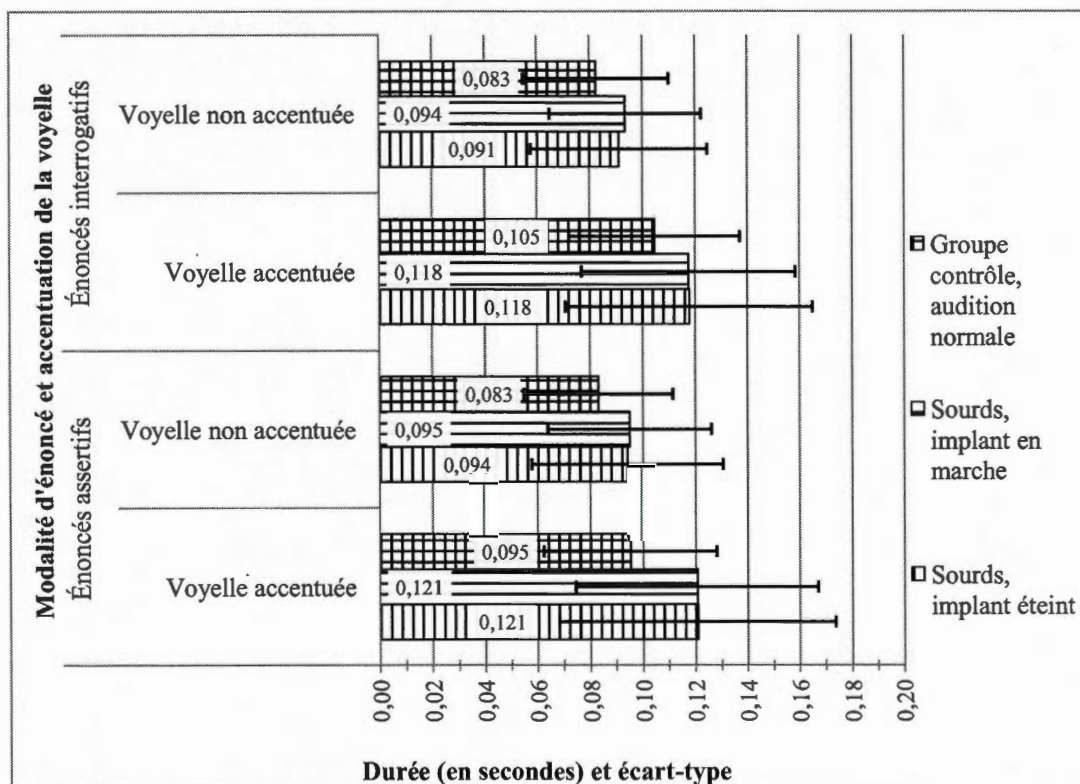


Figure 4.5 – Durée moyenne des voyelles (en secondes) pour chaque condition de *feedback* et valeurs d'écart-type (barres d'erreur)

À la lumière de ces résultats, il est possible de revenir sur les hypothèses PROD-H2a et PROD-H2b. La première (« Chez les sourds, en condition d'implant éteint, la durée des segments sera plus longue que celle des locuteurs contrôles ») est confirmée : les voyelles produites par les sourds en condition d'implant éteint sont plus longues que celles des locuteurs contrôles, et cette différence est significative ( $F(1,213) = 45,88 ; p < .05$ ). La deuxième hypothèse (« Chez les sourds, en condition d'implant en marche, la durée des segments sera comparable à celle des locuteurs contrôles ») est quant à elle infirmée. En effet, non seulement la différence de durée entre les voyelles des locuteurs sourds en condition d'implant en marche et celles des locuteurs contrôle est significative ( $F(1,213) = 71,85 ; p < .05$ ), mais qui plus est, la durée des voyelles chez les sourds en condition d'implant en marche est comparable à celle des sourds (c'est-à-dire qu'elle n'est

pas significativement différente de celle des sourds) en condition d'implant éteint. Ces résultats sont valides tant pour les énoncés assertifs que pour les énoncés interrogatifs.

#### 4.2.3 Liens entre SMM des énoncés et paramètres acoustiques

Les caractéristiques de la fréquence fondamentale et de la durée des énoncés ayant été étudiées, il est maintenant possible d'explorer davantage les liens unissant ces paramètres au score modal moyen des énoncés. Cette investigation permettra de voir si l'un de ces paramètres est plus particulièrement pertinent dans la production par des locuteurs d'énoncés perçus comme plutôt assertifs (SMM négatif, situé entre +2 et 0 exclusivement) ou plutôt interrogatifs (SMM positif, situé entre -2 et 0 exclusivement) par des auditeurs.

##### 4.2.3.1 Liens entre SMM et fréquence fondamentale

La fréquence fondamentale des énoncés avait été analysée selon son étendue, son écart-type et la différence de hauteur entre les deux dernières syllabes. Un premier regard sur ces données suggère que, de ces trois caractéristiques concernant la fréquence fondamentale, la différence de hauteur entre les deux dernières syllabes serait la plus influente sur la perception par les auditeurs (c.-à-d. le SMM) des énoncés produits de façon assertive et de façon interrogative par les locuteurs. D'abord, les valeurs d'étendue et d'écart-type (représentant les variations) de la  $F_0$  des énoncés produits sont dispersées sur l'ensemble de l'axe vertical sans égard à la modalité perçue (SMM) des énoncés (voir Figure G.1 à Figure G.12, à l'Appendice G). D'ailleurs, la relation entre ces paramètres et le SMM ne s'est pas avérée significative. Cette constatation permet donc d'écarter l'hypothèse PROD-H4 (« Le paramètre influençant le plus les SMM des énoncés produits sera les variations de fréquence fondamentale »). Dans un second temps, les valeurs de différence de hauteur entre les deux dernières syllabes sont, de manière générale, bien divisées par modalité produite. Ainsi, pour les locuteurs contrôles (Figure 4.6 à Figure 4.8), les énoncés perçus interrogatifs (c.-à-d. aux valeurs de SMM positives) sont situés dans le premier quadrant, c'est-à-dire que la différence de hauteur entre les deux dernières syllabes est positive. En d'autres mots, chez les locuteurs contrôles, on constate une augmentation de la  $F_0$  sur la dernière syllabe dans la plupart des énoncés que les auditeurs ont perçus comme interrogatifs. Les énoncés perçus assertifs (SMM négatif) sont quant à eux situés dans le troisième quadrant ou à la limite des troisième

et quatrième quadrants, c'est-à-dire que dans les énoncés qui sont perçus comme assertifs, la fréquence fondamentale baisse ou reste relativement stable entre l'avant-dernière et la dernière syllabe.

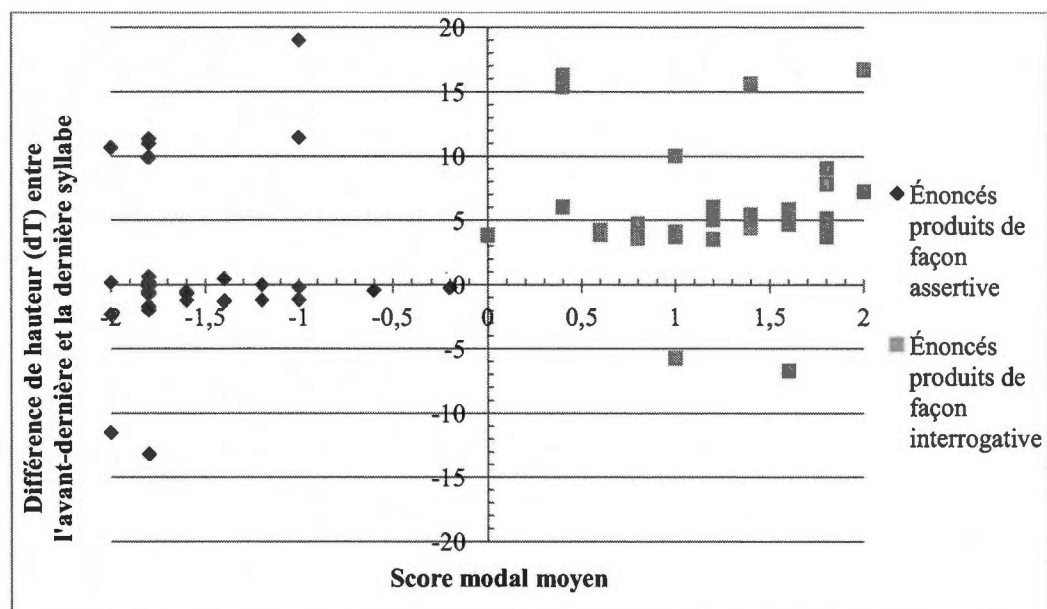


Figure 4.6 - SMM en fonction de la différence de hauteur entre l'avant-dernière et la dernière syllabe, participant Contrôle 1

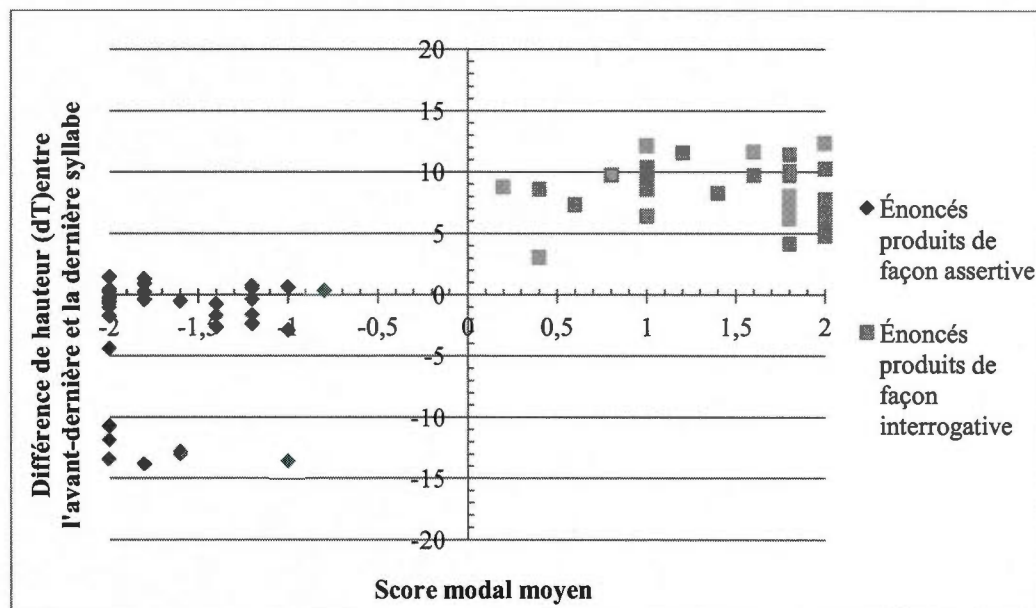


Figure 4.7 - SMM en fonction de la différence de hauteur entre l'avant-dernière et la dernière syllabe, participant Contrôle 2

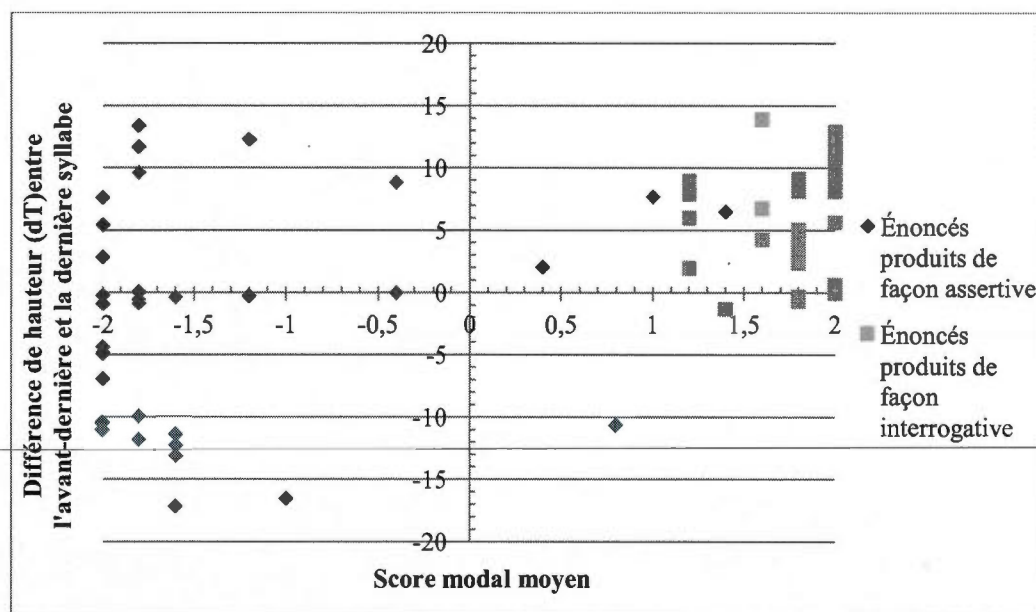


Figure 4.8 - SMM en fonction de la différence de hauteur entre l'avant-dernière et la dernière syllabe, participant Contrôle 3



Le locuteur Sourd 2 (Figure 4.10) reproduit le patron trouvé chez les locuteurs contrôles, tant en condition d'implant éteint qu'en condition d'implant en marche. Les locuteurs Sourd 1 et Sourd 3 ne présentent quant à eux aucun patron particulier, le premier (Figure 4.9) ne produisant que des énoncés perçus assertifs malgré la fréquence fondamentale qui parfois présente une variation positive entre l'avant-dernière et la dernière syllabe, et le deuxième (Figure 4.11) produisant généralement une montée de fréquence fondamentale sur la dernière syllabe sans pour autant que ces énoncés soient perçus comme interrogatifs par les auditeurs.

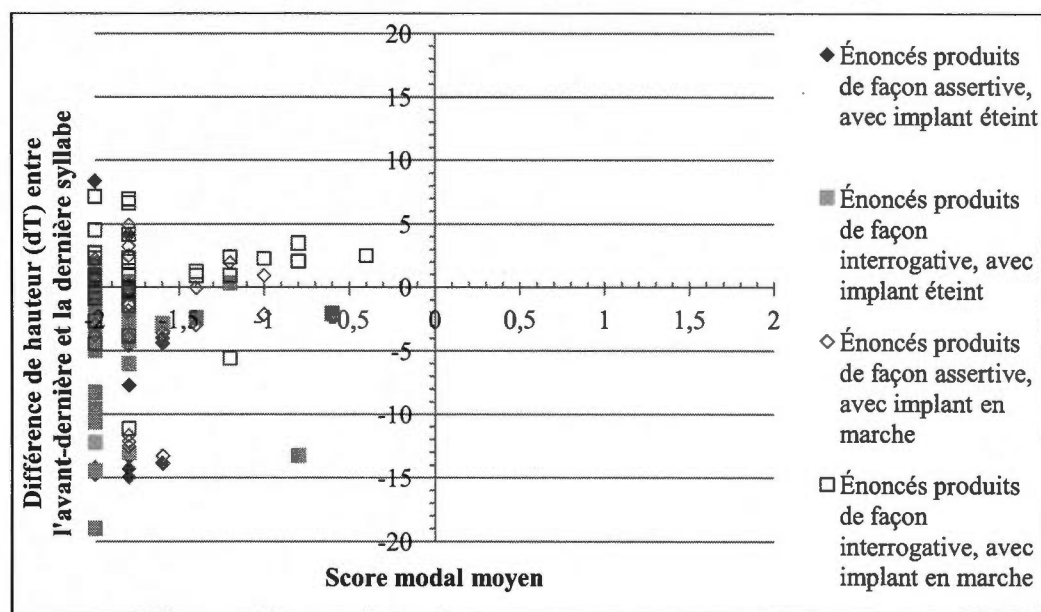


Figure 4.9 - SMM en fonction de la différence de hauteur entre l'avant-dernière et la dernière syllabe, participant Sourd 1



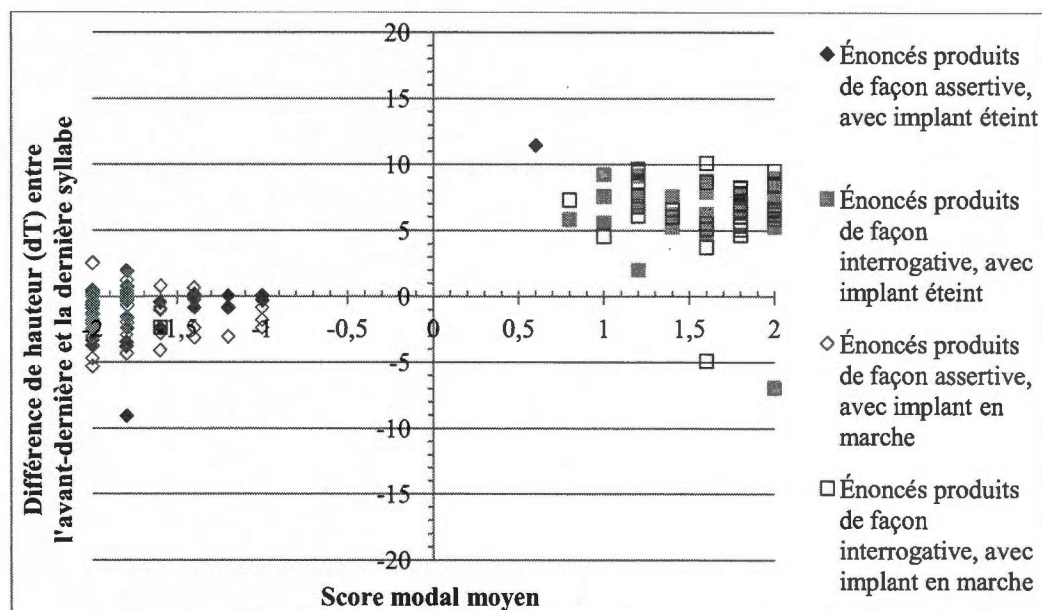


Figure 4.10 - SMM en fonction de la différence de hauteur entre l'avant-dernière et la dernière syllabe, participant Sourd 2

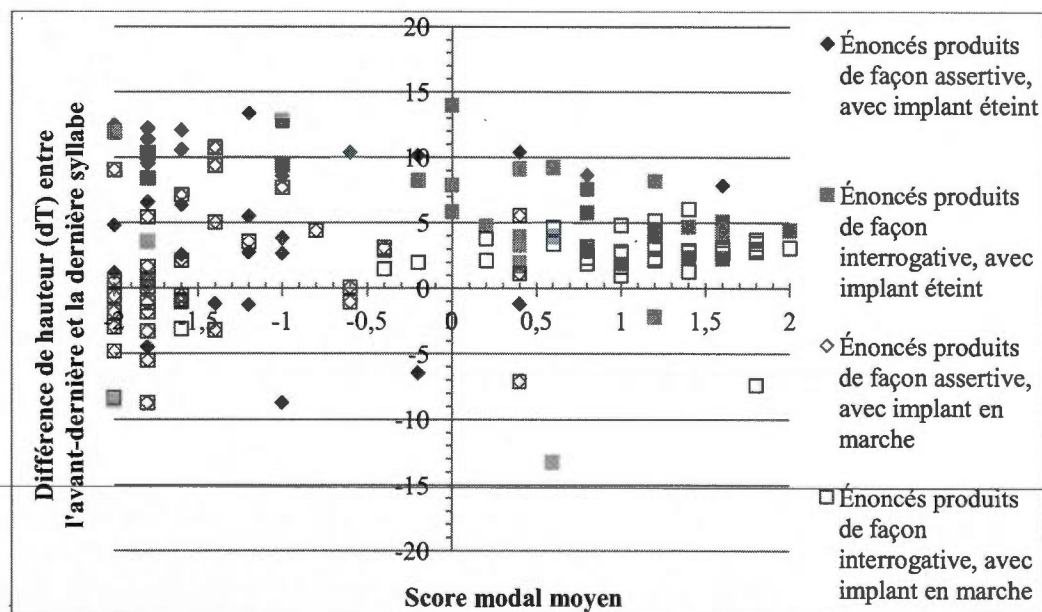


Figure 4.11 - SMM en fonction de la différence de hauteur entre l'avant-dernière et la dernière syllabe, participant Sourd 3

Les résultats obtenus par les locuteurs Sourd 1 et Sourd 3 suggèrent que bien que la différence de hauteur entre les deux dernières syllabes puisse être un facteur déterminant dans la perception de la modalité d'un énoncé (comme on le constate avec les quatre autres

locuteurs), ce facteur n'est pas à lui seul suffisant pour déterminer la modalité perçue (SMM) d'un énoncé. Bref, alors que cette analyse suggère une différence entre une rétroaction auditive normale et une rétroaction auditive altérée (en d'autres mots, une différence intergroupe) quant au lien unissant SMM et différence de hauteur entre les deux dernières syllabes, le passage d'implant éteint à implant en marche ne semble pas influencer outre mesure le lien qui s'opère entre ces deux variables. Enfin, dans une analyse de régression linéaire, la relation entre SMM et différence de hauteur entre les deux dernières syllabes s'est avérée significative ( $F(1,645) = 61,8 ; p < .05$ ).

#### 4.2.3.2 Liens entre SMM et durée

Afin d'être mis en relation avec le SMM des énoncés, le paramètre de durée des syllabes a été analysé sous deux angles : la proportion de la durée de la dernière syllabe sur la durée totale de l'énoncé, et l'écart-type de la durée des syllabes. La première analyse semble pointer vers une corrélation positive entre les deux variables, du moins chez les locuteurs contrôles (Figure 4.12 à Figure 4.14) : en effet, la dernière syllabe des énoncés interrogatifs est de manière générale plus longue proportionnellement au reste de l'énoncé que celle des énoncés assertifs. La délimitation semble se faire autour de la valeur de 15 %. En d'autres mots, de façon générale, lorsque la syllabe finale représente plus de 15 % de la durée totale d'un énoncé, cet énoncé est considéré comme interrogatif, et si la syllabe finale reste plus courte (moins de 15 % de la valeur totale de l'énoncé), l'énoncé est plutôt perçu comme assertif. En ce qui concerne les locuteurs sourds, le participant Sourd 3, lorsqu'en condition d'implant en marche, semble se rapprocher du patron illustré chez les locuteurs contrôles (Figure 4.17). Les syllabes finales des énoncés des locuteurs Sourd 1 et Sourd 2 (Figure 4.15 et Figure 4.16) restent pour la majorité d'entre elles entre les valeurs de 5 % et 20 %, sans égard à la condition de *feedback* ou à la modalité (perçue ou produite) de l'énoncé. Une analyse de régression linéaire a montré que la relation entre le SMM et ce paramètre est significative ( $F(1,639) = 131,45 ; p < .05$ ).

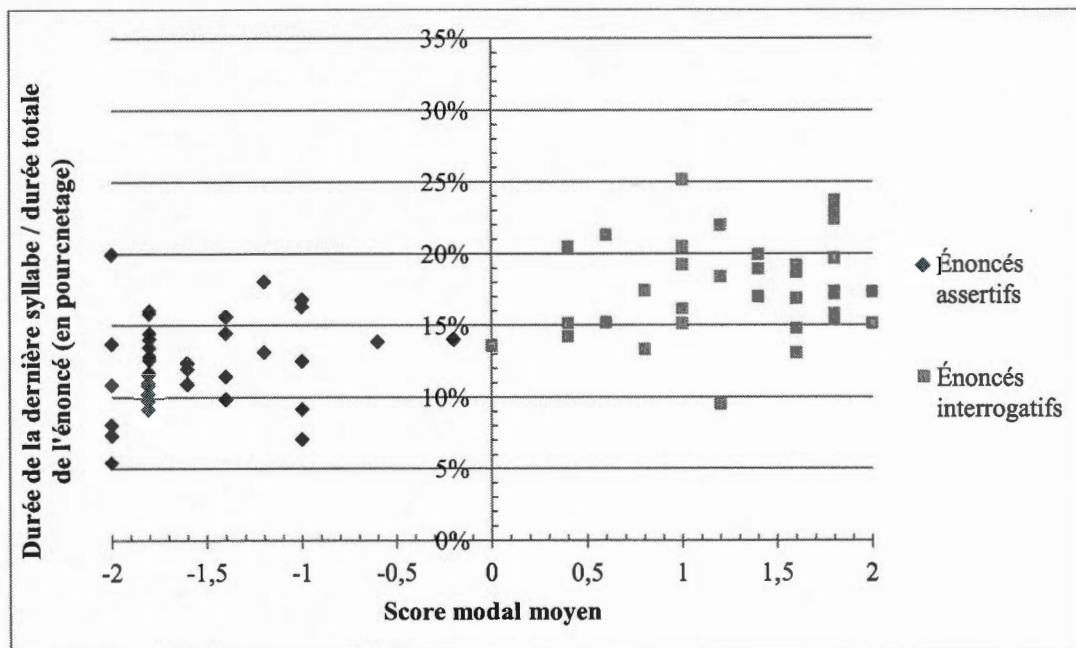


Figure 4.12 - SMM en fonction de la proportion de la durée de la dernière syllabe sur la durée totale de l'énoncé pour le locuteur Contrôle 1

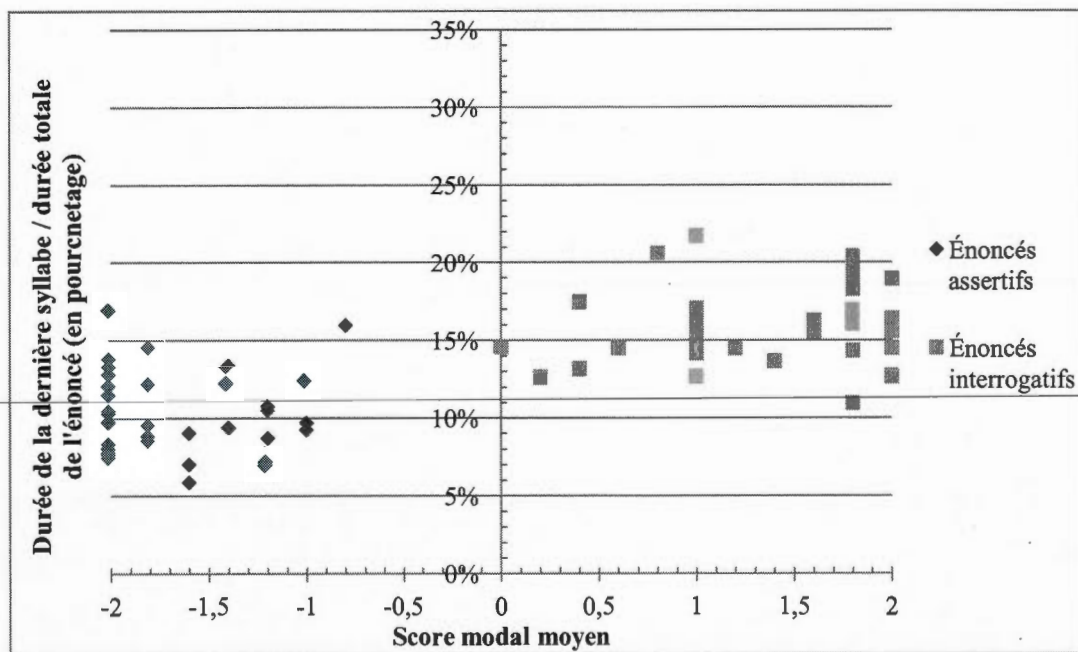


Figure 4.13 - SMM en fonction de la proportion de la durée de la dernière syllabe sur la durée totale de l'énoncé pour le locuteur Contrôle 2

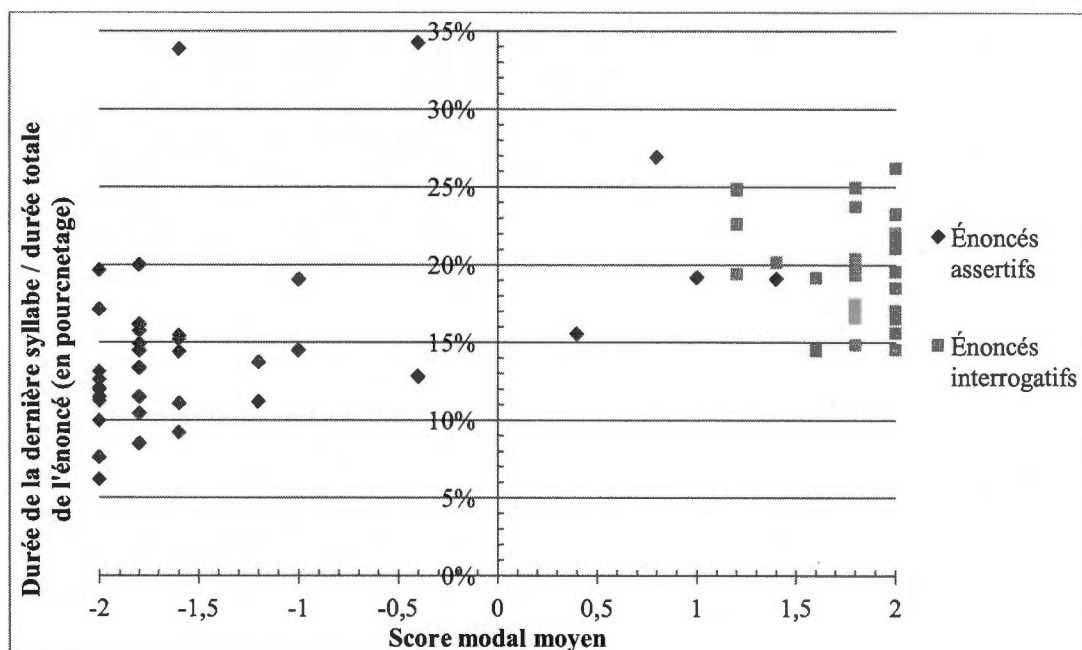


Figure 4.14 - SMM en fonction de la proportion de la durée de la dernière syllabe sur la durée totale de l'énoncé pour le locuteur Contrôle 3

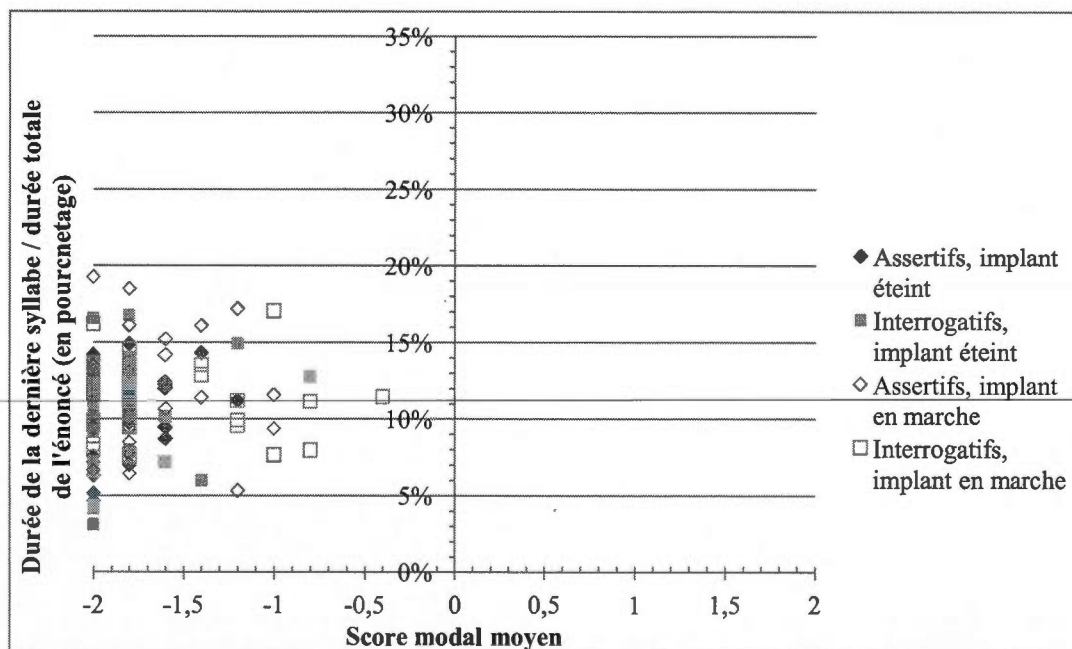


Figure 4.15 - SMM en fonction de la proportion de la durée de la dernière syllabe sur la durée totale de l'énoncé pour le locuteur Sourd 1

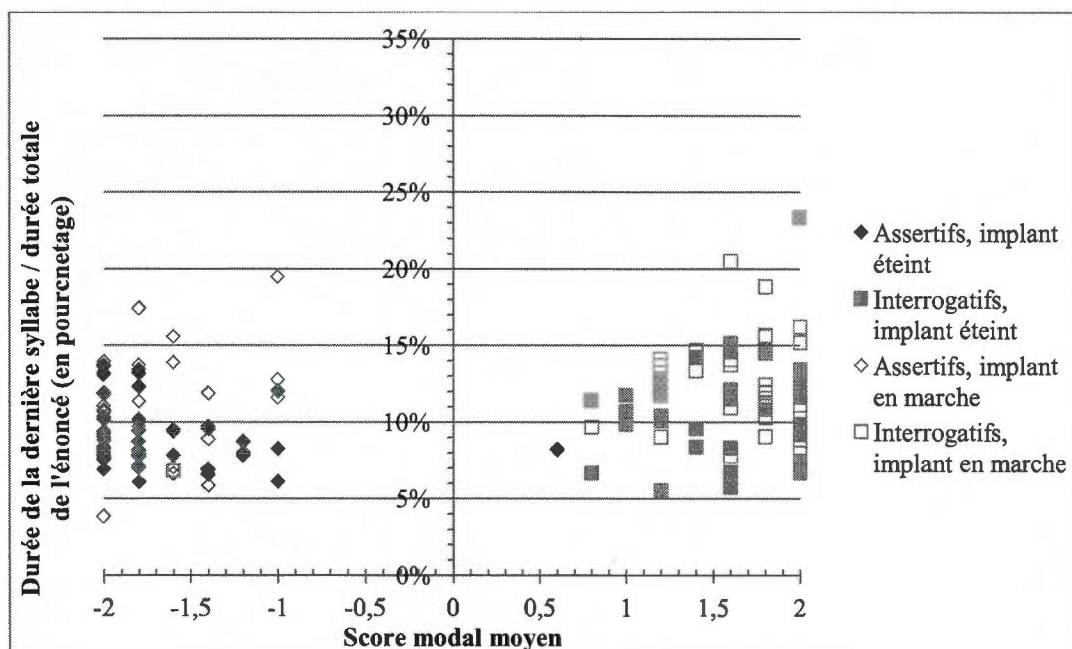


Figure 4.16 - SMM en fonction de la proportion de la durée de la dernière syllabe sur la durée totale de l'énoncé pour le locuteur Sourd 2

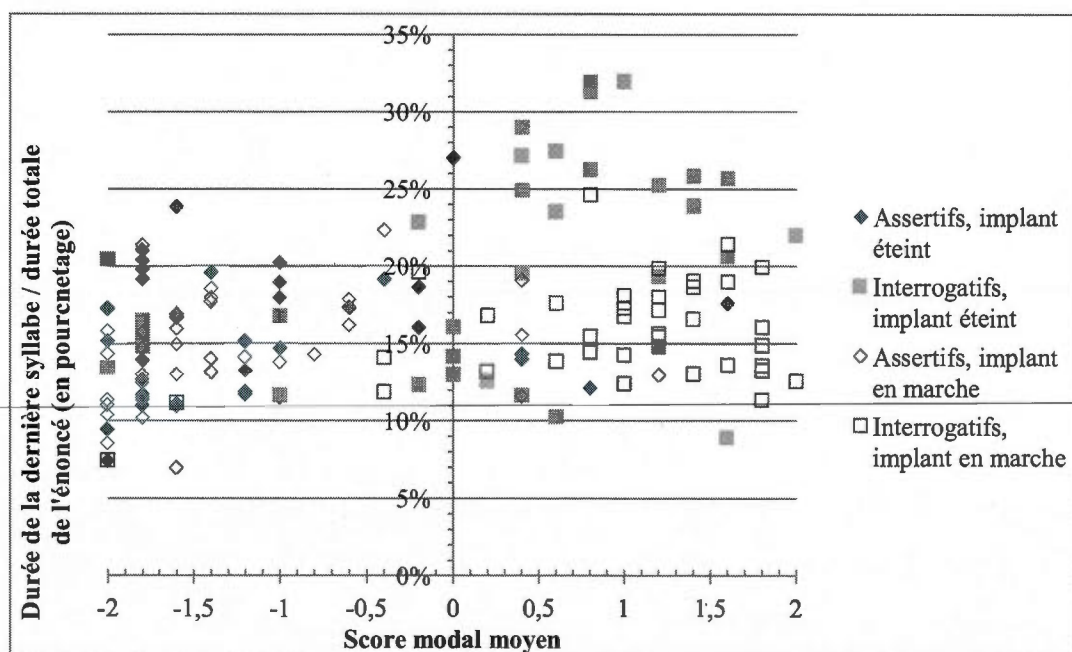


Figure 4.17 - SMM en fonction de la proportion de la durée de la dernière syllabe sur la durée totale de l'énoncé pour le locuteur Sourd 3

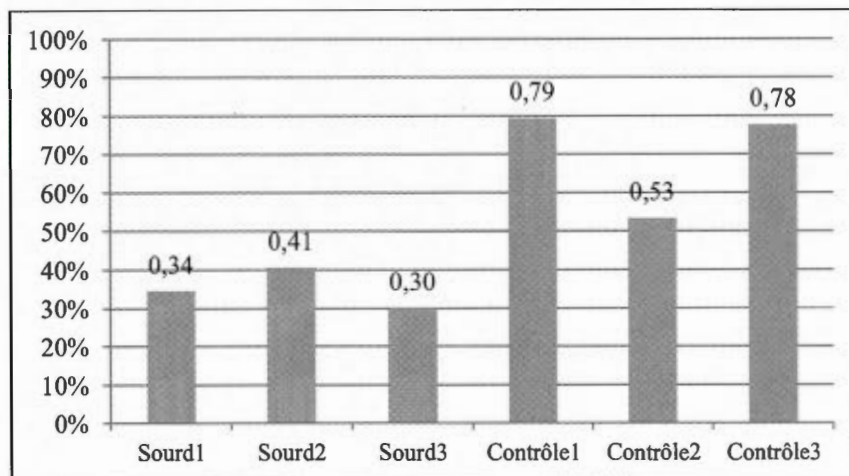


Les figures illustrant les analyses de la relation entre le SMM et l'écart-type de la durée des syllabes peuvent quant à elles être trouvées à l'Appendice H (Figure H.1 à Figure H.6) ; ces figures ne semblent dégager aucune tendance générale.

### 4.3 Perception des participants

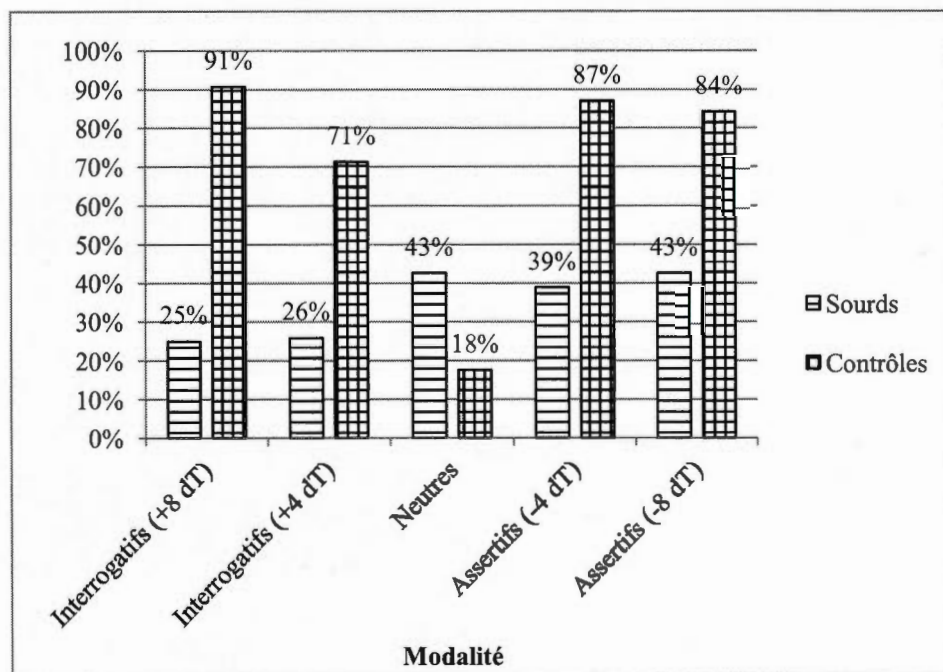
Les trois participants sourds et les trois participants contrôles devaient passer un test de perception où ils devaient juger de la modalité d'énoncés en se basant sur la courbe de fréquence fondamentale, manipulée, d'énoncés préalablement enregistrés par le « locuteur-corpus ». Ce sont les résultats de ce test qui sont présentés ici.

La Figure 4.18 montre le pourcentage de bonnes réponses obtenues au test de perception. Les participants contrôles ont tous mieux performé au test de perception que les participants sourds (taux de réussite de 79 %, 53 % et 78 % chez les contrôles contre 34 %, 41 % et 30 % chez les sourds). Le groupe contrôle réussit significativement mieux que le groupe de sourds ( $F(1,34) = 90,98 ; p < .05$ ). L'écart entre le meilleur résultat chez les sourds et le moins bon résultat chez les contrôles est de 12 %, et cet écart est significatif ( $F(1,30) = 9,61 ; p < .05$ ). Par ailleurs, les résultats obtenus par les sourds sont semblables, quoique la différence entre le Sourd 2 et le Sourd 3 s'avère significative ( $F(1,30) = 11,35 ; p < .05$ ). Le groupe de participants contrôles démontre quant à lui un peu plus de différence interindividuelle : en effet, le résultat obtenu par le participant Contrôle 2 est significativement plus bas que celui du participant Contrôle 1 ( $F(1,30) = 19,78 ; p < .05$ ) et du participant Contrôle 3 ( $F(1,30) = 13,24 ; p < .05$ ), qui eux ont obtenu presque le même score.



**Figure 4.18 – Pourcentage de bonnes réponses obtenues au test de perception, par participant**

La Figure 4.19 permet d'observer plus en détails le pourcentage moyen de bonnes réponses obtenu par chacun des groupes dans chacune des modalités d'énoncés présentées dans le test de perception. On peut constater que pour les énoncés interrogatifs ou assertifs, le groupe de participants contrôles a réussi en moyenne à obtenir au moins 71 % de bonnes réponses, alors que pour ces mêmes énoncés, les résultats au test de perception varient entre 25 % et 43 % chez les participants sourds. Une analyse de la distribution des erreurs de ce groupe (Figure I.1 à l'Appendice I) a en outre montré que les participants sourds distribuaient de façon relativement égale leurs réponses, sans égard à la modalité de l'énoncé entendu. Les différentes modalités ont donc été beaucoup mieux perçues par le groupe de participants contrôles que par le groupe de participants sourds. Les participants contrôles ont par ailleurs significativement moins bien identifié les énoncés neutres que les participants sourds (18 % contre 43 % de bonnes réponses ;  $F(1,30) = 8,47$  ;  $p < .05$ ). Cependant, l'analyse de la distribution des erreurs (Figure I.2 à l'Appendice I) a révélé que le faible pourcentage de bonnes réponses pour les énoncés neutres observé chez les participants contrôles était dû au fait que ces participants attribuaient généralement une valeur assertive à ces énoncés (82 réponses sur 120). Selon ces résultats, il est envisageable qu'une courbe intonative complètement plate donne effectivement l'impression que l'énoncé est une assertion.



**Figure 4.19 - Pourcentage moyen de bonnes réponses obtenues au test de perception, par groupe de participants et par modalité**

À la lumière de ces résultats, il est donc possible d'avancer que l'hypothèse PERC-H5 (« L'acuité de perception des modalités sera significativement plus élevée chez les locuteurs contrôles ») est corroborée.

#### **4.4 Liens entre production (SMM) et perception**

Les résultats des participants sourds et des participants contrôles au test de perception ainsi que les scores modaux moyens qu'ils ont obtenus pour les énoncés qu'ils avaient produits peuvent être mis en parallèle afin de voir s'il existe un lien entre la production et la perception de la modalité des énoncés. Les énoncés « Neutres » du test de perception ne sont donc pas pris en compte dans cette analyse.

La Figure 4.20 illustre la relation entre le SMM obtenu aux énoncés en production et le résultat des participants au test de perception. Les résultats sont séparés par modalité, par participant et par condition de rétroaction auditive (applicable au SMM seulement). Les

modalités englobent à la fois, pour les données des résultats au test de perception, les énoncés de  $\pm 4$  dT et ceux de  $\pm 8$  dT. On peut donc constater, par exemple, que le participant Contrôle 3 a obtenu un SMM de 1,8 pour ses énoncés interrogatifs et a identifié correctement 96 % des énoncés interrogatifs dans le test de perception. Cette figure permet de voir que les participants ayant obtenu les SMM les plus bas sont aussi ceux qui ont obtenu le plus bas nombre de bonnes réponses au test de perception. Pour les énoncés assertifs, cette personne est le participant Sourd 3 avec un SMM de -1,11 en condition d'implant éteint et 38 % de bonnes réponses au test de perception. Pour les énoncés interrogatifs, cette personne est le participant Sourd 1 avec un SMM de -1,81 en condition d'implant éteint et 18 % de bonnes réponses au test de perception. Mais ce SMM étant anormalement bas (de l'ordre des énoncés assertifs), il est préférable de considérer plutôt le résultat du locuteur Sourd 3, qui a obtenu à la fois le plus bas SMM positif (caractéristique des énoncés interrogatifs), c'est-à-dire un SMM de 0,25, et le plus bas pourcentage de bonnes réponses au test de perception, c'est-à-dire 19 %. Cependant, ceux ayant obtenu les meilleurs SMM tant dans l'une modalité que dans l'autre ne sont pas ceux qui ont obtenu les meilleurs résultats au test de perception. L'hypothèse LIENS-H6 (« Les participants qui performeront le mieux à la tâche de production d'énoncés seront les mêmes qu'au test de perception, tant chez les locuteurs sourds que chez les locuteurs contrôles ») n'est donc pas confirmée ; au contraire, c'est sa contraposition (qu'on pourrait formuler comme suit : « Les participants qui auront le moins bien performé à la tâche de production d'énoncés seront aussi ceux qui performeront le moins bien au test de perception ») qui est confirmée. Ce participant se trouve à être le locuteur Sourd 3, si l'on met de côté le participant Sourd 1 qui a obtenu des SMM assez particuliers dans ses énoncés interrogatifs.

En raison du comportement de ce même participant Sourd 1, il est difficile de tirer des conclusions quant au lien existant entre la différence de SMM obtenu selon la condition de *feedback* et le résultat obtenu au test de perception. Cependant, les résultats des deux autres participants sourds semblent suggérer la tendance suivante : si le locuteur maintient un SMM semblable malgré le changement de condition de rétroaction auditive, la perception de la modalité est meilleure. Par ailleurs, les statistiques indiquent que le lien unissant le résultat au test de perception et la qualité des énoncés produits reflétée par le SMM n'est pas significatif,

tant pour les énoncés interrogatifs que pour les énoncés assertifs, bien que le lien entre production et perception soit plus fort pour les énoncés interrogatifs.

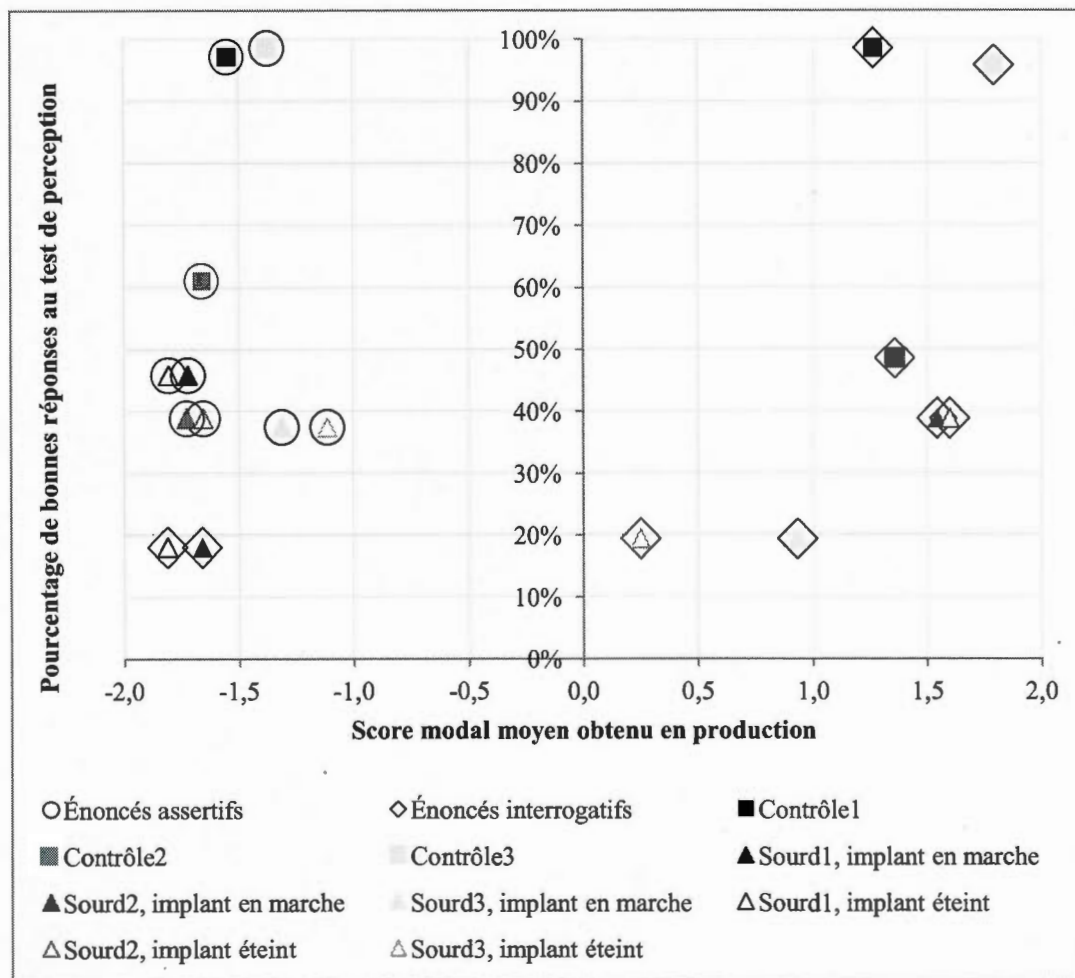


Figure 4.20 - Relation entre le score modal moyen obtenu en production et le résultat au test de perception, par modalité, par participant et par condition de *feedback*, tous six énoncés confondus

#### 4.5 Récapitulation des résultats

Les résultats obtenus ont permis de répondre aux hypothèses de départ. Voici donc une brève récapitulation de ces résultats.



Tableau 4.1 - Récapitulation des résultats

Hypothèse	Statut
PROD-H1 a) Chez les sourds, en condition d'implant éteint, les variations de fréquence fondamentale des énoncés seront significativement différentes de celles des locuteurs contrôles.	Confirmée
PROD-H1 b) Chez les sourds, en condition d'implant en marche, les variations de fréquence fondamentale des énoncés seront comparables à celles des locuteurs contrôles.	Infirmée
PROD-H2 a) Chez les sourds, en condition d'implant éteint, la durée des segments sera plus longue que celle des locuteurs contrôles.	Confirmée
PROD-H2 b) Chez les sourds, en condition d'implant en marche, la durée des segments sera comparable à celle des locuteurs contrôles.	Infirmée
PROD-H3 a) Les scores modaux moyens (SMM) des énoncés produits par les sourds en condition d'implant éteint seront significativement moins élevés que ceux des énoncés produits par les locuteurs contrôles.	Confirmée dans le cas des énoncés interrogatifs, mais pas dans le cas des énoncés assertifs.
PROD-H3 b) Les SMM des énoncés produits par les sourds en condition d'implant en marche seront comparables à ceux des énoncés produits par les locuteurs contrôles.	Confirmée dans le cas des énoncés assertifs, mais pas dans le cas des énoncés interrogatifs.
PROD-H3 c) Les SMM des énoncés produits par les sourds avec implant éteint seront significativement moins élevés que ceux des énoncés produits par les sourds avec implant en marche.	Infirmée (confirmée seulement dans le cas de la locutrice Sourd 3)

PROD-H4 – Le paramètre influençant le plus les SMM des énoncés produits sera les variations de fréquence fondamentale.	Infirmée
PERC-H5 – L'acuité de perception des modalités sera significativement plus élevée chez les locuteurs contrôles.	Confirmée
LIENS-H6 – Les participants qui performeront le mieux à la tâche de production d'énoncés seront les mêmes qu'au test de perception, tant chez les locuteurs sourds que chez les locuteurs contrôles.	Infirmée

## CHAPITRE V

### DISCUSSION

#### 5.1 Comparaison des résultats obtenus avec ceux d'études antérieures

Ce mémoire avait pour objectif, d'une part, d'observer l'importance de la rétroaction auditive dans la production des paramètres acoustiques composant la prosodie, tels que la fréquence fondamentale et la durée. Fónagy (2003) avait souligné que l'une des fonctions de la prosodie était de véhiculer la modalité en l'absence de marqueurs linguistiques. En demandant à des participants sourds implantés et à des participants contrôles de produire des énoncés sans marqueurs linguistiques de manière interrogative et assertive, l'impact du *feedback* auditif (ou de son absence, en l'occurrence) sur la prosodie pouvait donc être aisément observé. La comparaison des énoncés produits par les sourds en condition d'implant en marche à ceux produits par les locuteurs contrôles permettait d'observer l'impact de la perte d'audition à long terme, palliée par l'implant cochléaire, alors que la comparaison des énoncés produits par les sourds avec implant éteint et ceux produits avec implant en marche permettait d'observer l'impact d'une perte d'audition à court terme.

La méthodologie utilisée se rapprochait de celle de Peng et coll. (2008), qui avaient demandé à des jeunes implantés et contrôles de produire des énoncés assertifs et interrogatifs sans marqueurs linguistiques, puis à des juges d'identifier les contours produits par les participants. Les énoncés des enfants implantés prélinguistiquement avaient été significativement moins bien évalués que ceux des participants contrôles. Dans la présente étude, les énoncés interrogatifs produits par les participants sourds postlinguaux, tant en condition d'implant éteint qu'en condition d'implant en marche, ont été globalement moins

bien évalués (évaluation reflétée dans les SMM des énoncés) que ceux des participants contrôles, mais les énoncés assertifs ont été évalués de la même manière dans les deux groupes de participants. Par ailleurs, le changement de condition n'a profité qu'à un seul des participants sourds. Dans l'ensemble, ces résultats se rapprochent de ceux obtenus par Peng et coll. Toutefois, de grandes variations intersujets ont été observées. Par exemple, le participant Sourd 2 a obtenu des résultats comparables aux locuteurs contrôles, alors que le participant Sourd 1 n'a pu produire des énoncés jugés comme étant interrogatifs.

D'importantes différences intersujets avaient aussi été soulevées par Cowie et coll. (1982) dans un test évaluant l'intelligibilité de locuteurs sourds. Selon eux, l'âge des sujets au moment de leur perte d'audition pouvait avoir un impact sur leur intelligibilité. Les SMM obtenus par les participants à la présente étude semblent pointer dans une direction autre : cet effet pourrait être dû au temps passé complètement sans rétroaction auditive (durée entre l'apparition de la surdité et l'implantation). En effet, le locuteur ayant reçu les meilleurs SMM, le locuteur Sourd 2, est aussi celui dont la durée entre l'apparition de la surdité et l'implantation est la plus courte (2 ans), alors que le locuteur ayant reçu les moins bons SMM, le locuteur Sourd 1, est celui dont la durée entre l'apparition de la surdité et l'implantation est la plus longue (14 ans). Le locuteur Sourd 3, quant à lui, a passé 10 ans en surdité complète, et il se situe entre les deux autres locuteurs en termes de qualité (SMM) de ses énoncés. Toutefois, comme pour l'étude de Cowie et coll., il faudrait sans doute plus de participants pour conclure véritablement à un effet du temps passé avec un *feedback* auditif amoindri.

En parallèle, les variations de fréquence fondamentale (reflétées dans les données par les valeurs d'écart-type de la  $F_0$ ) se sont montrées plus élevées en condition d'implant éteint qu'en condition d'implant en marche. Ces résultats sont congruents avec ceux de Lane et coll. (1997) et indiquent possiblement une difficulté à contrôler ce paramètre lorsque la rétroaction auditive est absente. Jones et Munhall (2000) avaient d'ailleurs conclu à l'importance du *feedback* auditif dans le contrôle de la  $F_0$ , lorsqu'ils avaient constaté qu'une perturbation du signal acoustique représentant la hauteur de la voix d'un locuteur était compensée par celui-ci par un changement de hauteur dans la direction contraire à la perturbation. Mis à part l'importance de la rétroaction auditive, ces auteurs avaient aussi conclu que la fréquence fondamentale était contrôlée par une cible interne, et que si le

locuteur s'entendait produire un signal acoustique déviant de cette cible, il réajustait sa production. Ce phénomène s'est produit dans la présente étude avec le participant Sourd 1, qui a descendu la hauteur moyenne de sa voix lors du passage d'implant éteint à implant en marche. Les deux autres locuteurs n'ont pas modifié la hauteur moyenne de leur voix entre les deux conditions, ce qui indique possiblement que ces locuteurs ne déviaient pas de leur cible interne lorsqu'en condition d'implant éteint et n'avaient donc pas besoin de réajuster la hauteur de leur voix une fois en condition d'implant en marche.

À ce propos, le manque de contrôle de la  $F_0$  est l'un des problèmes les plus récurrents dans la parole chez les sourds selon Nickerson (1975). Cependant, les participants entendants de la présente étude ont montré une plus grande variation de fréquence fondamentale que les sourds en condition d'implant éteint. Conséquemment, la source des variations d'écarts-types entre les deux groupes devrait être investiguée plus en profondeur. En effet, il est possible que les grands écarts-types de fréquence fondamentale puissent être expliqués soit par un manque de contrôle de la  $F_0$ , donc par des variations tout au long de l'énoncé, soit par une seule grande variation de hauteur, par exemple une grande diminution ou une grande augmentation de  $F_0$  sur la dernière syllabe en comparaison avec la syllabe précédente. À ce sujet, Lane et coll. (1997), lorsqu'ils avaient constaté que les sourds en condition d'implant éteint produisaient plus de variation dans leurs contours de fréquence fondamentale, avaient proposé que cette intensification des variations permettait de maintenir l'intelligibilité malgré les conditions adverses. Cette explication pourrait être valable pour les données de la présente recherche.

La variation de hauteur sur la dernière syllabe est justement l'un des paramètres qui s'est avéré avoir un impact significatif sur le SMM des énoncés. Or, Waldstein (1990) avait observé que ce paramètre était difficilement produit par ses locuteurs sourds dans leurs énoncés interrogatifs. On constate la même chose avec les résultats du présent mémoire : seul le locuteur Sourd 2 reproduit le patron de variation de hauteur que l'on retrouve dans les énoncés interrogatifs des locuteurs contrôles. Waldstein proposait lui aussi que l'âge auquel ses locuteurs avaient acquis leur surdité influait sur leur production ; encore ici, comme expliqué précédemment, la présente étude pointe plutôt dans la direction du temps passé entre l'acquisition de la surdité et l'implantation.



Bien que le groupe de sourds ne reproduise pas le patron que l'on retrouve chez les contrôles en fait de variations de hauteur entre les deux dernières syllabes, les deux groupes de participants produisent les mêmes courbes de fréquence fondamentale sur la dernière syllabe des énoncés ayant été évalués interrogatifs (c.-à-d. ayant reçu un SMM positif). Ces courbes sont généralement de type ascendant, ascendant-descendant ou bas-statique ; ce sont justement les courbes que Grundstrom (1973) avait observées dans les énoncés interrogatifs de ses participants. Cependant, alors que les deux groupes de participants privilégient les mêmes courbes, la distribution de l'utilisation de ces courbes se fait légèrement différemment chez les locuteurs sourds en condition d'implant en marche qu'en condition d'implant éteint ou que chez les locuteurs contrôles ; toutefois, l'ordre de préférence des courbes reste le même.

D'autre part, ce mémoire visait à déterminer si l'implantation cochléaire suffisait à pallier la perte d'audition en matière de compréhension d'énoncés dont la modalité était exprimée seulement à l'aide de la prosodie. Les résultats du test de perception ont montré que les sourds perçoivent la modalité des énoncés moins bien que les entendants, malgré leur implantation. Étant donné l'importance de la  $F_0$  dans la perception de la modalité des énoncés présentés dans le test de perception, ces résultats peuvent être mis en parallèle avec ceux de l'étude de Sucher et McDermott (2007), qui avaient demandé à des participants normo-entendants et sourds postlinguistiques implantés de juger si la fréquence d'un son augmentait ou diminuait, d'abord avec des sons variant de 1 dT puis avec des sons variant de 6 dT. Les normo-entendants avaient obtenu des résultats significativement meilleurs que ceux des sourds implantés. Pour expliquer ces résultats, ces auteurs précisait que certains implants cochléaires ne traitent pas les harmoniques des fréquences fondamentales basses ; celles-ci peuvent être perçues par le biais des pulsations des modulations d'amplitudes envoyées aux électrodes. Les  $F_0$  plus hautes peuvent quant à elles être mieux analysées par le processeur de l'implant, cependant il n'y aurait aucune preuve que cela permette une perception correcte de ces  $F_0$ . De plus, il y aurait potentiellement des conflits entre les différents indices fournis par les implants cochléaires concernant la  $F_0$ , compliquant la perception de celle-ci. Le traitement du signal acoustique par l'implant cochléaire pourrait donc expliquer les résultats obtenus par les participants sourds au test de perception. On peut aussi penser que si le corpus du test de

perception avait été enregistré par une femme (avec la voix plus haute), les résultats auraient été meilleurs.

Cependant, puisque la parole est multimodale - c'est-à-dire que ses indices peuvent se trouver tant au niveau auditif qu'au niveau visuel, comme l'avait prouvé la découverte de l'effet McGurk (MacDonald et McGurk, 1978 ; McGurk et MacDonald, 1976) - et que l'addition de deux sens permet de mieux percevoir la parole (Bernstein et Benoît, 1996), il est possible que les sourds obtiendraient des résultats comparables à ceux des participants contrôles s'ils avaient accès aux indices visuels (p. ex. mouvements des sourcils ou de la tête, mimique faciale) accompagnant les indices acoustiques (Dohen, 2009 ; Dohen, Lævenbruck et Hill, 2006). En d'autres mots, on peut envisager que pour les sourds implantés, la compréhension de la modalité au quotidien se fait correctement, puisqu'ils ont alors accès à tout le contexte de l'énoncé pour les aider à comprendre son sens. En parallèle, il se peut que des facteurs cognitifs puissent intervenir et les aider à compenser une partie de leur déficit auditif en favorisant leur accès au sens des énoncés, ce que l'on appelle la « suppléance mentale » (Bertin, 2007) : plus que la compréhension de l'énoncé lui-même, c'est l'utilisation de la connaissance de la langue, du contexte de communication et des règles culturelles présentes dans l'échange et communes aux interlocuteurs qui permettront de lever les ambiguïtés liées à la lecture labiale (qui ne permettrait qu'une compréhension d'environ 30 % du message) et à la perception imparfaite du signal acoustique de l'énoncé.

Enfin, cette recherche avait pour but de déterminer si un lien unit les capacités de production et les capacités de perception de la modalité chez les sourds postlinguaux porteurs d'implants cochléaires, puisqu'aucune recherche recensée n'avait investigué cette relation. Une étude portant sur des aveugles congénitaux avait toutefois démontré que ceux-ci, ne pouvant pas percevoir les indices visuels de la parole (comme la protrusion), ne produisent que très peu de contrastes dans ces dimensions articulatoires (Leclerc, 2007). À l'instar de la relation entre perception et production chez les aveugles, les résultats du présent mémoire ont montré que si la capacité de perception des indices prosodiques est faible, la capacité de production s'avère également réduite.

L'ensemble des résultats obtenus dans le cadre de ce mémoire viennent donc renforcer les résultats d'études déjà publiées (précédemment citées) soutenant la théorie du contrôle moteur de la parole par buts auditifs de Perkell (Perkell *et al.*, 2000 ; Perkell *et al.*, 1997), qui postule que le *feedback* auditif a un impact dans la production de la parole, et corrobore ainsi la possibilité d'y incorporer la composante suprasegmentale (Dogil et Möbius, 2001). Plus spécifiquement, le postulat de cette théorie voulant qu'un modèle interne soit développé pendant l'acquisition du langage et maintenu à jour grâce la rétroaction auditive est soutenu par le fait que la qualité des énoncés des participants sourds est reliée au nombre d'années qu'ils ont passées complètement sans *feedback* auditif. Pendant cette période, leur modèle interne représentant les paramètres prosodiques s'est possiblement dégradé et n'a pas pu être complètement restauré avec l'implantation cochléaire, puisque celui-ci ne rendrait que partiellement les informations relatives aux aspects suprasegmentaux, comme le démontrent les résultats des sourds au test de perception. Par conséquent, les *feedforward commands* contrôlant ces paramètres ne sont plus à jour, quoiqu'ils puissent bénéficier d'un apport de la rétroaction auditive offerte par l'implant cochléaire (comme le Sourd 3 qui a significativement augmenté ses SMM d'énoncés interrogatifs lors du passage d'implant éteint à implant en marche).

Cependant, bien que les différents paramètres acoustiques étudiés ici aient bel et bien subi l'impact d'un manque de *feedback* auditif (ou simplement d'une perturbation causée par l'utilisation d'un implant cochléaire imparfait pour accéder aux indices acoustiques), la qualité des énoncés (le SMM) n'a que peu souffert. En effet, pour deux locuteurs sourds sur trois, les énoncés interrogatifs ont reçu un SMM positif dans les deux conditions de rétroaction, et les énoncés assertifs étaient comparables à ceux des locuteurs contrôles. Cela suggère que cette relation n'est pas linéaire, et que l'interaction entre les paramètres acoustiques donnant lieu à un énoncé interrogatif plutôt qu'à un énoncé assertif devrait être approfondie. Il est aussi possible que la relation s'établissant entre les paramètres acoustiques et la qualité des énoncés soit plus affectée après une certaine période d'absence de *feedback*, plus longue que celle qui a été étudiée ici (environ 5 à 10 minutes). En d'autres mots, plus long serait le temps passé sans rétroaction auditive, plus perturbés seraient les différents paramètres acoustiques, affectant similairement le SMM.

## 5.2 Survol des cas de figure particuliers

Étant donné les contraintes de temps inhérentes à l'écriture d'un mémoire, les analyses des résultats effectuées visaient d'abord et avant tout à répondre aux objectifs et à confirmer ou infirmer les hypothèses de départ. Cependant, avant de clore le sujet, il convient de soulever les particularités observées mais non approfondies dans les résultats.

### 5.2.1 *Le cas du participant Sourd 1*

L'une de ces particularités était les résultats obtenus par le participant Sourd 1 au test d'évaluation des énoncés (test des SMM). En effet, ce participant n'a réussi à produire aucun énoncé ayant été perçu interrogatif par les auditeurs. Considérant que tous les autres participants ont réussi à accomplir la tâche de manière satisfaisante, la formulation de la consigne (« produire le plus naturellement possible des phrases "questions" ou des phrases "déclaration" ») n'est probablement pas la cause d'une mauvaise compréhension de la tâche à accomplir. Cela laisse donc croire que les facteurs influençant les résultats obtenus par ce participant sont plutôt d'ordre personnel, l'un des facteurs étant l'âge. En mettant en parallèle ce participant avec le Contrôle 1, du même âge, on remarque que ce dernier est aussi celui ayant eu le plus bas SMM de son groupe pour ses énoncés interrogatifs. Il est donc possible que cette variable ait influencé le résultat général. En effet, le vieillissement peut affecter la plasticité cérébrale, même en l'absence de condition médicale ou pathologique (Burke et Barnes, 2006). Conséquemment, dans le cas d'une implantation à un âge plus avancé et survenant à la suite de plusieurs années de surdité ayant possiblement dégradé le modèle interne dont il a été question plus tôt, l'adaptation de la parole au *feedback* fourni par l'implant cochléaire et la construction d'un nouveau modèle interne peuvent se faire plus difficilement. De plus, le vieillissement affecterait certains facteurs cognitifs comme l'attention, la vitesse de traitement, le contrôle exécutif et la mémoire de travail, tous ces facteurs entrant en ligne de compte dans la production et la perception de la parole (Glisky, 2007).

### 5.2.2 *Le cas de l'énoncé « Vous avez aimé la magie »*

Lors de l'analyse des résultats, seuls les effets de groupe (condition), de modalité ou de participant ont été investigués. Cependant, dans les données relatives au SMM des énoncés

produits par les participants, des observations plus poussées ont montré que l'énoncé « Vous avez aimé la magie » se différenciait clairement des autres énoncés. La Figure 5.1 montre, pour les locuteurs contrôles, les SMM obtenus pour chacun des énoncés dans chacune des deux modalités. En modalité produite assertive, l'énoncé « magie » se démarque clairement des autres énoncés, en ce sens que son SMM se rapproche beaucoup plus de la neutralité que les cinq autres énoncés. De la même manière, lorsque produit de manière interrogative, cet énoncé est celui qui est perçu (SMM) le plus interrogatif par les auditeurs.

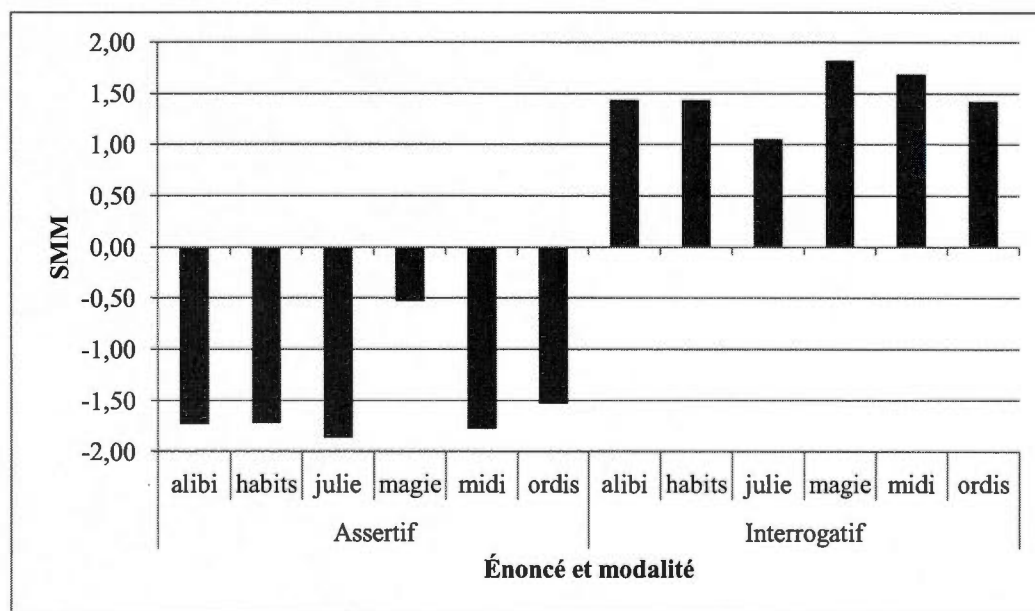


Figure 5.1 - SMM par énoncé et par modalité, tous locuteurs contrôles confondus

Le même patron se reproduit chez les sourds, tant en condition d'implant éteint qu'en condition d'implant en marche, comme l'illustre la Figure 5.2.



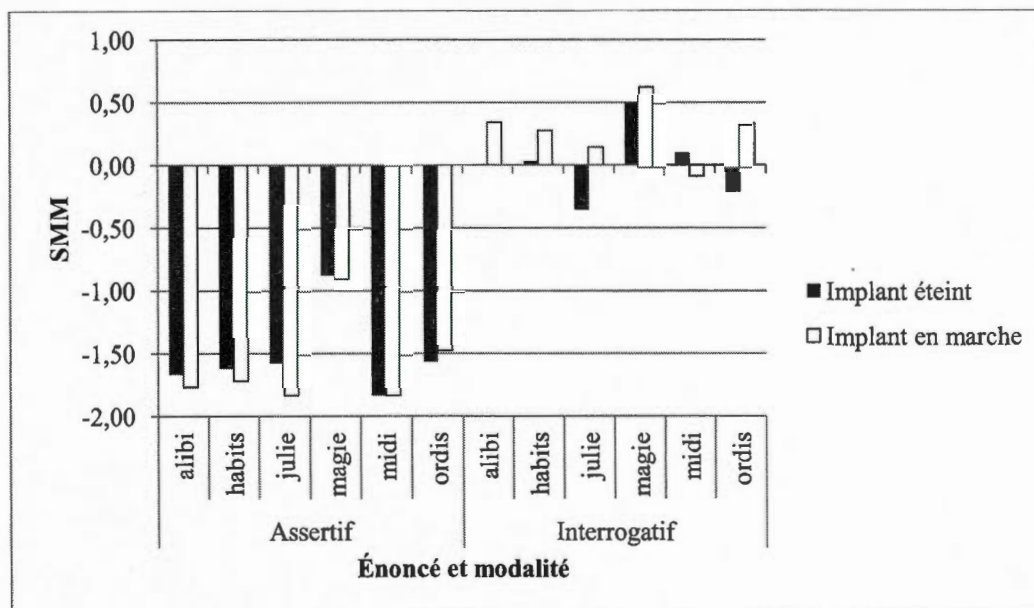


Figure 5.2 - SMM par énoncé par modalité, tous locuteurs sourds confondus

Il semble donc que des caractéristiques inhérentes à cet énoncé augmentent son SMM. Pourtant, la structure grammaticale ou syntaxique de cet énoncé ne diffère pas de celle des autres énoncés. Par ailleurs, la voyelle finale de tous les énoncés est la même, éliminant cette variable des possibles explications. Il n'est toutefois pas impossible qu'un effet du phonème précédant la voyelle finale influence d'une certaine manière la perception de la modalité d'un énoncé. De la même manière, la consonne à l'attaque (première consonne de l'énoncé) pourrait aussi avoir eu un impact sur le SMM. En outre, il se peut que le SMM de cet énoncé ait aussi été influencé par la sémantique de l'énoncé. Cependant, dans tous les cas, il est actuellement difficile de s'avancer plus clairement sur ce qui pourrait avoir eu un impact sur le SMM de l'énoncé « Vous avez aimé la magie ».

### 5.3 Limites de l'étude

D'abord, l'une des principales limites de la présente étude est le nombre réduit de participants. Compte tenu de cette limite, les données amassées ne peuvent faire figure de référence absolue, mais peuvent du moins orienter les futurs chercheurs vers une observation plus en profondeur de tendances mises en évidence ici. Cette limite a été palliée au mieux

avec l'utilisation d'un corpus étendu (en production, 144 énoncés par participant sourd et 72 énoncés par participant contrôle ; en perception, 180 énoncés), permettant ainsi une meilleure fiabilité statistique. De plus, un tel nombre de participants n'a pas pu permettre le contrôle de variables telles que le niveau d'études des participants ou les caractéristiques propres aux implants des participants (marque et récence de l'implant, stratégie du processeur, nombre de canaux en fonction). On ne peut donc exclure une influence de l'une ou l'autre de ces variables sur les résultats obtenus.

En ce qui concerne le test de perception, seule la dernière syllabe avait été manipulée ( $F_0$  haussée ou abaissée), alors que la  $F_0$  du reste de l'énoncé avait été complètement neutralisée. Les énoncés utilisés ici n'étaient utilisés que dans l'optique de contrôler le mieux possible les variables des paramètres suprasegmentaux. Ainsi, compte tenu de la courbe de fréquence fondamentale autrement plus complexe dans de réels énoncés interrogatifs, l'évaluation de la perception des indices de l'interrogation par les sourds ne peut donc être considérée complète.

Quant au test de production, puisque la distance entre la bouche des participants et le micro n'a pas été contrôlée entre les différents sujets, il n'était pas possible de faire des analyses fiables et approfondies des données collectées sur l'intensité. Si une étude semblable était reproduite, il serait intéressant de contrôler cette variable et ainsi pouvoir vérifier si l'intensité est un paramètre pouvant être utilisé par les locuteurs pour signifier le contraste entre leurs énoncés interrogatifs et leurs énoncés assertifs, et, si c'est le cas, de vérifier à l'aide d'un test d'évaluation de la production (test des SMM) si l'utilisation de ce paramètre est pertinent dans la perception de la modalité.

Une autre limite de l'étude concerne le contexte d'énonciation, c'est-à-dire du contexte dans lequel a été produit le corpus de production étudié. Il ne faudrait pas confondre parole spontanée et parole lue. Les énoncés qui ont été analysés ici ont été produits dans un contexte d'expérimentation dirigée, que l'on peut qualifier d'environnement artificiel. Ainsi, un corpus de parole lue peut certes donner des indications sur le genre d'observations qu'il serait possible de faire dans la réalité (dans un contexte de parole spontanée), mais il est important de souligner qu'il s'agit de parole de laboratoire et que certains facteurs pourraient avoir influencé les données recueillies (gêne ou retenue des participants, stress, désir de performance, etc.). Cependant, la parole de laboratoire reste le meilleur moyen de contrôler le

plus grand nombre possible de variables dans l'enregistrement du corpus que l'on étudie, et c'est pourquoi la parole lue a été préférée à une production spontanée.

Finalement, la période de privation de rétroaction auditive préalable au début du test de production n'était que d'une dizaine de minutes tout au plus. Si une étude semblable était à refaire, une période de privation plus longue (24 heures, par exemple) permettrait possiblement d'obtenir des effets encore plus marqués, en production, entre les différentes conditions de *feedback*. Il faudrait alors tenir compte, cependant, d'un temps de réadaptation lors de la réactivation de l'implant.

## CONCLUSION

La perception et la production de la parole sont toutes deux affectées par une perte d'audition, même si celle-ci est palliée par l'utilisation d'un implant cochléaire. Cette recherche a démontré que les paramètres suprasegmentaux sont produits de manière différente chez les normo-entendants que chez les sourds. Malgré cela, deux sourds sur trois ont tout de même réussi à produire des énoncés interrogatifs qui, dans l'ensemble, ont été perçus différemment de leurs énoncés assertifs. Cela suggère que les variations dans la production des différents paramètres suprasegmentaux causées par l'absence de rétroaction auditive n'ont pas assez d'importance pour masquer complètement l'expression de la modalité, cependant une période de privation de *feedback* auditif plus longue que celle de cette étude pourrait sans doute mieux montrer l'impact d'un manque de rétroaction auditive sur les paramètres suprasegmentaux inhérents à la production d'énoncés interrogatifs.

La qualité de vie des sourds implantés pourrait sans doute être améliorée si les processeurs leur permettaient de mieux percevoir les paramètres prosodiques (du moins, la hauteur de la voix et les variations de celle-ci). Par ailleurs, des processeurs construits pour mieux rendre la perception de la hauteur permettraient aux sourds de pouvoir mieux apprécier la musique. En effet, si des variations de l'envergure de  $\pm 4$  dT ou  $\pm 8$  dT sont mal transmises par un implant cochléaire, comment la musique, souvent composée d'intervalles de 1 ou 2 dT (Zatorre, Belin et Penhune, 2002), pourrait-elle être bien entendue par le sourd porteur d'implant?

Enfin, puisque les résultats obtenus indiquent une faiblesse chez les sourds implantés dans la perception de la parole, il serait pertinent, dans un programme de rééducation des sourds implantés, de mettre l'accent sur l'importance de la suppléance mentale (utilisation du contexte) afin que la communication ne soit pas affectée outre mesure par l'utilisation

d'un appareil encore imparfait. Par ailleurs, l'apprentissage d'une langue tonale<sup>1</sup>, par exemple, exige du locuteur d'une langue non tonale qu'il prenne conscience de cette dimension de la parole (non pertinente dans sa langue) afin de bien percevoir et de bien produire la langue tonale. De la même manière, sensibiliser les sourds porteurs d'implant cochléaire à l'existence d'indices suprasegmentaux dans l'expression de la modalité permettrait sans doute une meilleure perception de ces indices, entraînant, par le fait même, une prise de conscience (et une amélioration) de leur propre production de ces indices ainsi qu'une consolidation de leur modèle interne.

---

<sup>1</sup> Les langues tonales (ou langues à tons) utilisent l'intonation comme façon de marquer le sens d'un mot en le prononçant. En d'autres mots, le même mot composé des mêmes consonnes et des mêmes voyelles peut prendre un sens différent selon qu'il est prononcé plus haut, plus bas, ou avec une intonation particulière (haut-bas ou bas-haut). Le mandarin, parlé en Chine, est un exemple de langue à tons.



## BIBLIOGRAPHIE

- American Speech-Language-Hearing Association (2004). Technical report: Cochlear implants: 35 p. En ligne. <<http://www.asha.org/docs/html/TR2004-00041.html>>.
- Aubin, Jérôme. 2006. « Effets acoustiques et articulatoires de perturbations labiales sur la parole des enfants et des adultes ». Mémoire, Montréal, Département de linguistique, Université du Québec à Montréal.
- Bernstein, L. E., M. E. Demorest et P. E. Tucker. 2000. « Speech perception without hearing ». *Perception and Psychophysics*, vol. 62, no 2, p. 233-252.
- Bernstein, Lynne E., et Christian Benoît. 1996. « For speech perception by humans or machines, three senses are better than one ». In *International Conference on Spoken Language Processing* (Philadelphia, PA, USA), p. 1477-1480. Philadelphia, PA, USA.
- Bertin, Fabrice. 2007. « Les enfants sourds à l'école en France: pour un projet bilingue ». *Enfance*, vol. 59, no 2007/3, p. 237-244. En ligne. <[http://blog.ove.asso.fr/orthos\\_surdite/files/2010/03/bertin.pdf](http://blog.ove.asso.fr/orthos_surdite/files/2010/03/bertin.pdf)>.
- Brisebois, Amélie, et Jennifer Brunet. 2007. « La configuration labiale des voyelles cardinales chez les locuteurs sourds avec et sans prothèse auditive ». In *Actes du XI<sup>e</sup> Colloque des étudiantes et étudiants en Sciences du langage (CESLa)*, p. 51-65.
- Broca, Paul. 1861. « Perte de la parole, ramollissement chronique et destruction partielle du lobe antérieur gauche du cerveau ». *Bulletin de la société française d'anthropologie*, vol. Séance du 18 avril 1861, no 2, p. 235-238. En ligne. <<http://www.bibnum.education.fr/files/texte.pdf>>.

- Burke, Sara N., et Carol A. Barnes. 2006. « Neural plasticity in the ageing brain ». *Nature Reviews*, vol. 7, no 1, p. 30-40.
- Cowie, R., E. Douglas-Cowie et A. G. Kerr. 1982. « A study of speech deterioration in post-lingually deafened adults ». *The Journal of Laryngology & Otology*, vol. 96, no 2, p. 101-112.
- Dogil, Grzegorz, et Bernd Möbius. 2001. *Towards a model of target oriented production of prosody: Eurospeech-2001* (Aalborg). 665-668 p. En ligne. <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.16.9065&rep=rep1&type=pdf>>.
- Dohen, Marion. 2009. « Speech through the Ear, the Eye, the Mouth and the Hand ». *Multimodal Signals: Cognitive and Algorithmic Issues*, p. 24-39.
- Dohen, Marion, Hélène Lœvenbruck et Harold Hill. 2006. *Visual correlates of prosodic contrastive focus in French: Description and inter-speaker variability: Speech Prosody 2006* (Dresden, Germany).
- Espir, Michael L..E., et Frank C. Rose. 1976. *Basic Neurology of Speech*, 2e. Oxford: Blackwell, 150 p.
- Evans, M. K., et D. D. Deliyski. 2007. « Acoustic voice analysis of prelingually deaf adults before and after cochlear implantation ». *Journal of Voice*, vol. 21, no 6, p. 669-682. En ligne. <[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=16952440](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=16952440)>.
- Fónagy, Ivan. 2003. « Des fonctions de l'intonation : essai de synthèse ». *Flambeau*, vol. 29, p. 1-20. En ligne. <<http://ed268.univ-paris3.fr/lpp/pages/EQUIPE/vaissiere/fonagy/articles/fonctions%20de%20l'intonation.pdf>> (30 mars 2010).
- Glisky, Elizabeth L. 2007. « Changes in cognitive function in human aging ». In *Brain aging: models, methods, and mechanisms*, David R. Riddle, p. 4-17: CRC Press.

- Grundstrom, Allan. 1973. « L'intonation des questions en français standard ». In *Interrogation et Intonation*, Allan Grundstrom et Pierre R. Léon, p. 19-51. Ottawa: Didier.
- Hamzavi, Jafar, Werner Deutsch, Wolf Dieter Baumgartner, Wolfgang Bigenzahn et Wolfgang Gstoettner. 2000. « Short-Term Effect of Auditory Feedback on Fundamental Frequency after Cochlear Implantation ». *Audiology*, vol. 39, no 2, p. 102-105.
- Hirst, Daniel, et Albert Di Cristo. 1998. *Intonation systems a survey of twenty languages*. Cambridge, Angleterre: Cambridge University Press, xii, 487 p.
- Jones, Jeffery A., et K. G. Munhall. 2000. « Perceptual calibration of F0 production: Evidence from feedback perturbation ». *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 108, no 3, p. 1246-1251.
- Kishon-Rabin, Liat, Riki Taitelbaum, Yishai Tobin et Milka Hildesheimer. 1999. « The effect of partially restored hearing on speech production of postlingually deafened adults with multichannel cochlear implants ». *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 106, no 5, p. 2843-2857.
- Knapp, Mark L., et Judith A. Hall (2010). *Nonverbal Communication in Human Interaction*, Wadsworth: 512 p.
- Lane, Harlan, Jane Wozniak, Melanie Matthies, Mario Svirsky, Joseph S. Perkell, Michael Oconnell et Joyce Manzella. 1997. « Changes in sound pressure and fundamental frequency contours following changes in hearing status ». *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 101, no 4, p. 2244-2252.
- Lane, Harlan, et Jane Wozniak Webster. 1991. « Speech deterioration in postlingually deafened adults ». *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 89, no 2, p. 859-866.
- Leclerc, Annie. 2007. « Le rôle de la vision dans la production de la parole: étude articulatoire et acoustique des voyelles orales du français québécois produites par des locuteurs voyants et aveugles ». Mémoire, Montréal, Linguistique, Université du Québec à Montréal, 284 p.

- Liberman, Alvin M., et Franklin S. Cooper. 1972. « In search of the acoustic cues ». In *Papers on linguistics and phonetics in memory of Pierre Delattre*, A. Valdman, p. 329-338. The Hague: Mouton.
- Liberman, Alvin M., et I. G. Mattingly. 1985. « The motor theory of speech perception revised ». *Cognition*, vol. 21, p. 1-36.
- Ling, Daniel. 1976. *Speech and the Hearing-Impaired Child: Theory and Practice*. Washington, 402 p.
- MacDonald, John, et Harry McGurk. 1978. « Visual influences on speech perception processes ». *Perception and Psychophysics*, vol. 24, no 3, p. 253-257. Consulté le 16 novembre 2009.
- Marieb, Elaine N. 1999. *Anatomie et physiologie humaines*, 2e édition. Québec: Éditions du Renouveau Pédagogique, 1194 p.
- Martin, Philippe. 2008. *Phonétique acoustique*. Paris: Armand Colin, 163 p.
- , 2009. *Intonation du français*. Paris: Armand Colin, 254 p.
- Martin, Pierre (1996). *Éléments de phonétique avec application au français*. Sainte-Foy, Presses de l'Université Laval, 253 p.
- McGurk, Harry, et John MacDonald (1976). « Hearing lips and seeing voices ». *Nature*. 264: 746-748. Consulté le 16 novembre 2009.
- Mozziconacci, Sylvie J. L., et Dik J. Hermes. 1997. « A study of intonation patterns in speech expressing emotion or attitude: production and perception ». *IPO Annual Progress Report*, vol. 32, p. 154-160. En ligne. <<http://aune.lpl.univ-aix.fr/projects/sprosig/guests/mozzic/apr97.pdf>>.
- National Institute on Deafness and Other Communication Disorders (2011). NIDCD Fact Sheet: Cochlear Implants. U.S. Department of Health & Human Services. Bethesda, MD, NIDCD (National Institute on Deafness and Other Communication Disorders) En ligne. <<http://www.nidcd.nih.gov/staticresources/health/hearing/FactSheetCochlearImplant.pdf>>.

- Nickerson, Raymond S. 1975. « Characteristics of the speech of deaf persons ». *The Volta Review*, no September, p. 342-362.
- Peng, Shu-Chen, J Bruce Tomblin et Christopher W. Turner. 2008. « Production and Perception of Speech Intonation in Pediatric Cochlear Implant Recipients and Individuals with Normal Hearing ». *Ear and Hearing*, vol. 29, no 3, p. 336-351. En ligne. <[http://journals.lww.com/ear-hearing/Fulltext/2008/06000/Production\\_and\\_Perception\\_of\\_Speech\\_Intonation\\_in.4.aspx](http://journals.lww.com/ear-hearing/Fulltext/2008/06000/Production_and_Perception_of_Speech_Intonation_in.4.aspx)>.
- Perkell, Joseph S. 2010 (sous presse). « Movement goals and feedback and feedforward control mechanisms in speech production ». *Journal of Neurolinguistics* DOI: 10.1016/j.jneuroling.2010.02.011.
- Perkell, Joseph S., Frank H. Guenther, Harlan Lane, Melanie L. Matthies, Pascal Perrier, Jennell Vick, Reiner Wilhelms-Tricarico et Majid Zandipour. 2000. « A Theory of Speech Motor Control and Supporting Data from Speakers with Normal Hearing and with Profound Hearing Loss ». *Journal of Phonetics*, vol. 28, no 3, p. 233.
- Perkell, Joseph S., Melanie Matthies, Harlan Lane, Frank Guenther, Reiner Wilhelms-Tricarico, Jane Wozniak et Peter Guidod. 1997. « Speech Motor Control: Acoustic Goals, Saturation Effects, Auditory Feedback and Internal Models ». *Speech Communication*, vol. 22, no 2-13, p. 227.
- Sucher, Catherine M., et Hugh J. McDermott. 2007. « Pitch ranking of complex tones by normally hearing subjects and cochlear implant users ». *Hearing Research*, vol. 230, no 1-2, p. 80-87. En ligne. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6T73-4NT84PX-1/2/156341b21deb86910645f494b4fa6007>>.
- Svirsky, Mario A., Harlan Lane, Joseph S. Perkell et Jane Wozniak. 1992. « Effects of short-term auditory deprivation on speech production in adult cochlear implant users ». *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 92, no 3, p. 1284-1300.
- Vaissière, Jacqueline. 1999. « Utilisation de la prosodie dans les systèmes automatiques : un problème d'intégration des différentes composantes ». *Faits*



*de langues*, p. 9-16. In *Persée* <http://www.persee.fr>. En ligne. <[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/flang\\_1244-5460\\_1999\\_num\\_7\\_13\\_1233](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/flang_1244-5460_1999_num_7_13_1233)>.

Veilleux, Michèle. 2011. « Les chroniques de l'audiologiste: Les différents types d'implants auditifs ». *LOBE Santé auditive et communication*,. En ligne. <<http://www.lobe.ca/site/index.php?s=10&ss=301&a=492>>. Consulté le 12 juin 2011.

Waldstein, Robin S. 1990. « Effects of postlingual deafness on speech production: implications for the role of auditory feedback ». *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 88, no 5, p. 2099-2114.

Zatorre, Robert J., Pascal Belin et Virginia B. Penhune. 2002. « Structure and function of auditory cortex: Music and speech ». *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 6, no 1, p. 37-46.

## APPENDICE A

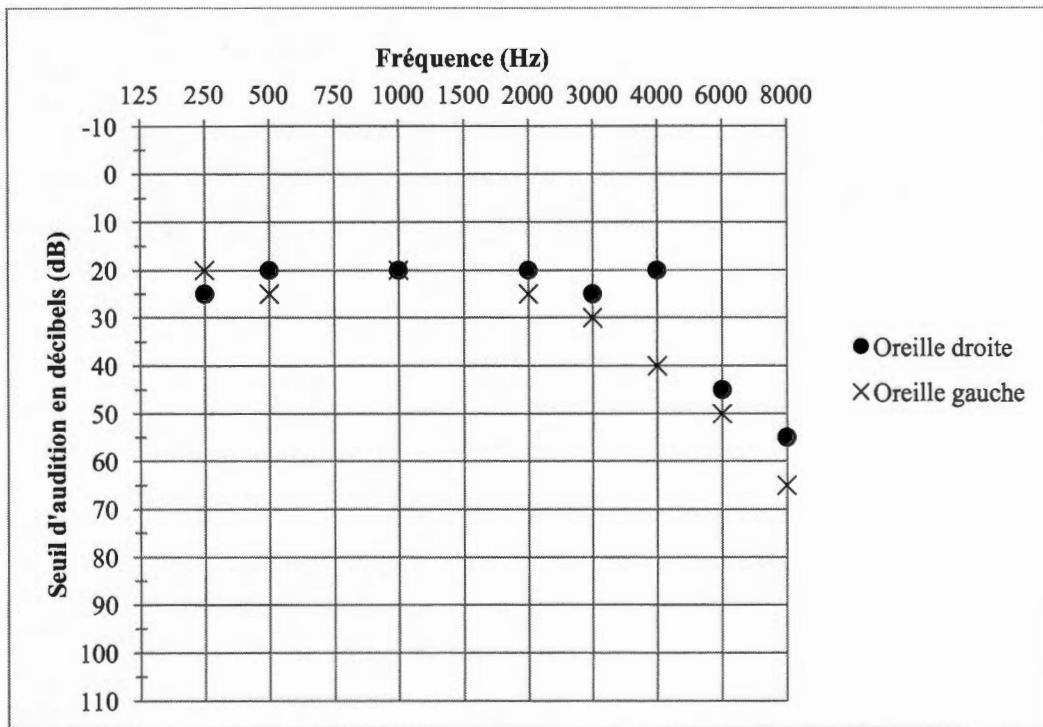


Figure A.1 - Audiogramme du participant Contrôle 1

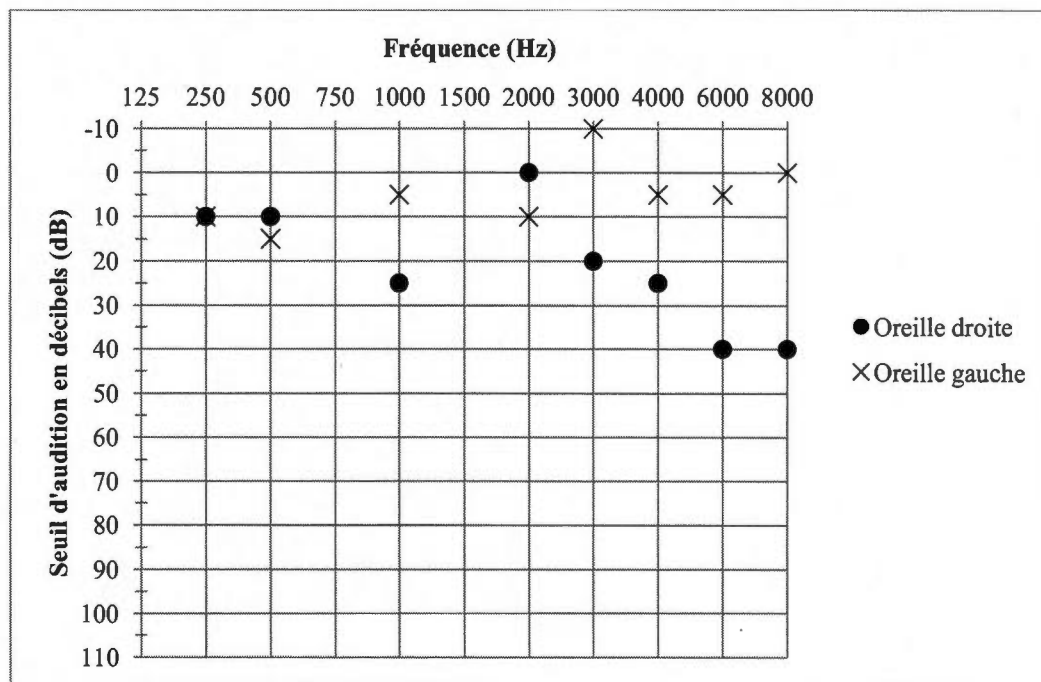


Figure A.2 – Audiogramme du participant Contrôle 2

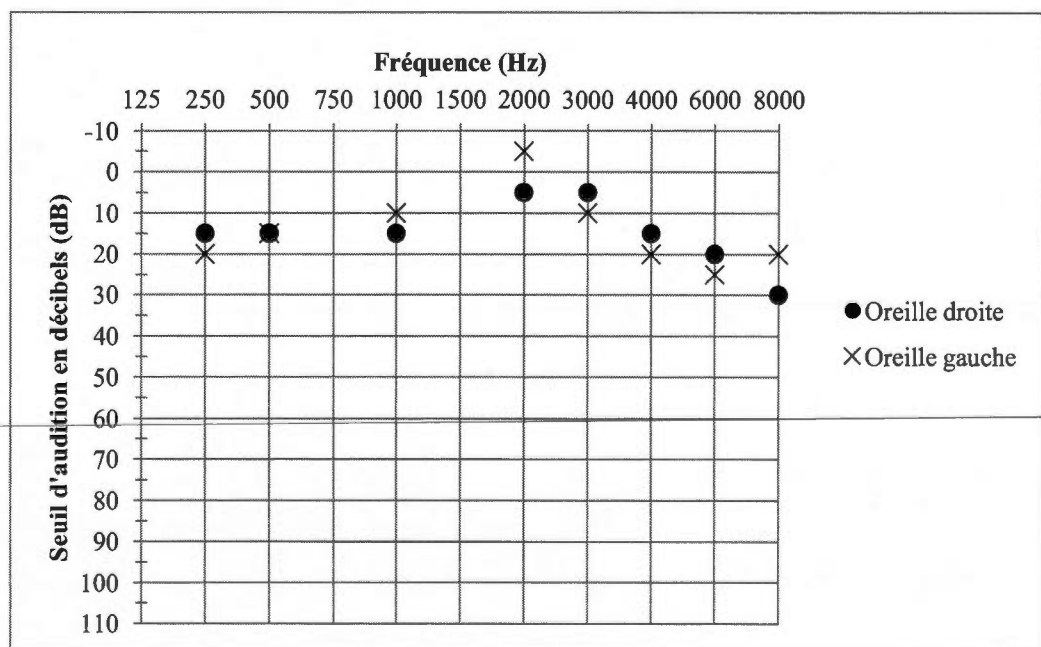


Figure A.3 – Audiogramme du participant Contrôle 3

## APPENDICE B

Afin d'éviter toute incompatibilité de caractères entre les différents programmes utilisés tout au long de l'analyse de données, la notation phonétique de l'alphabet phonétique international (API) a parfois été remplacée par une notation composée de symboles alphanumériques. Pour les cas où la notation diffère de l'API, voici les équivalences entre les deux systèmes utilisés.

**Tableau B.1 - Équivalences entre la notation alphanumérique et l'API**

Notation alphanumérique	Équivalence API
A	ɑ
Z	ʒ
E	ɛ
@	ə
O	ɔ
8-	œ
A-	ã
o-	õ

## APPENDICE C

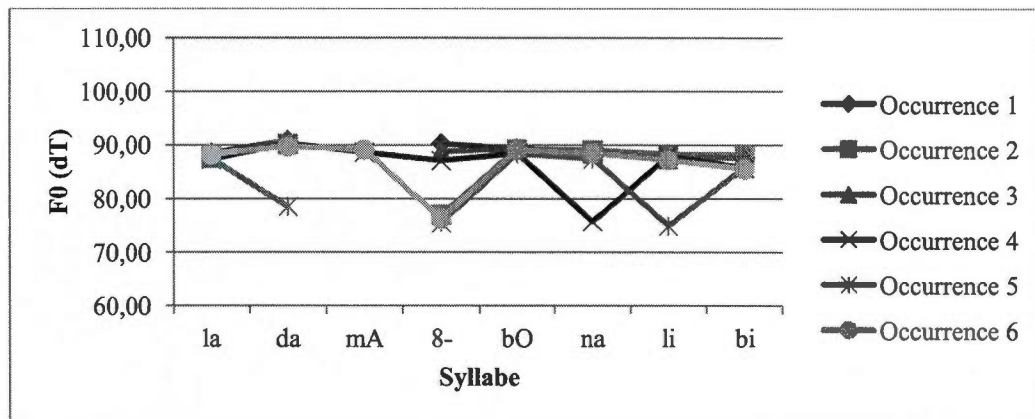


Figure C.1 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « alibi », participant Contrôle 1

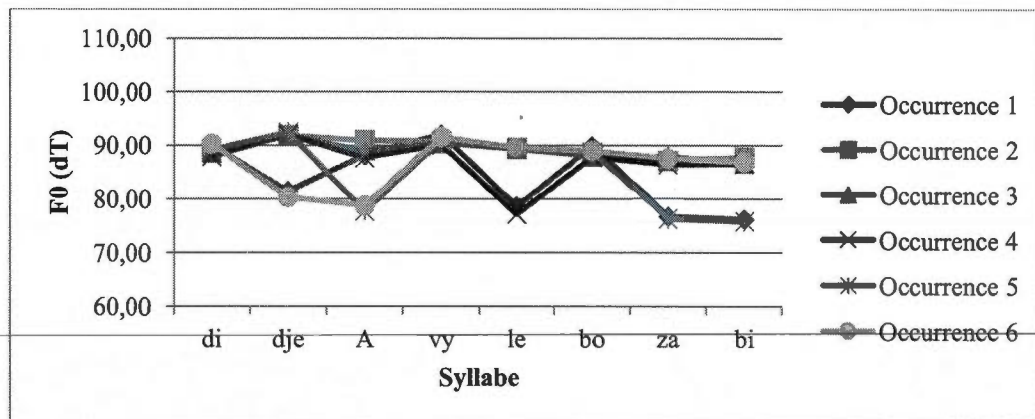


Figure C.2 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « habits », participant Contrôle 1



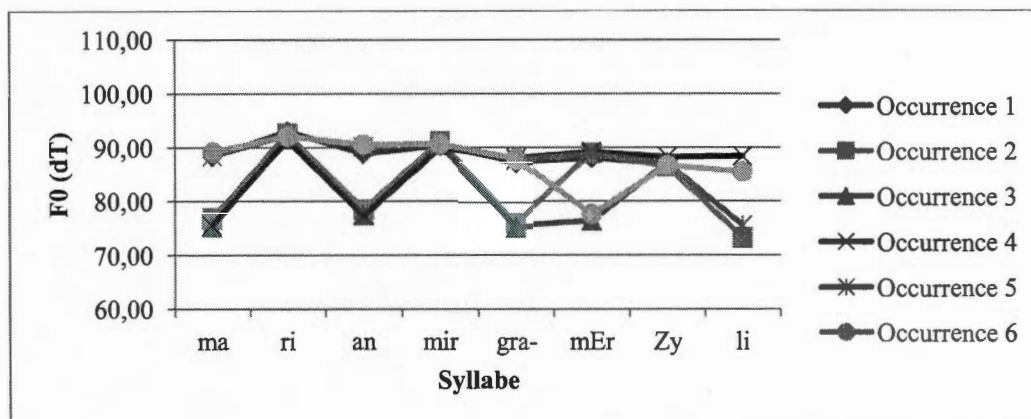


Figure C.3 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « julie », participant Contrôle 1

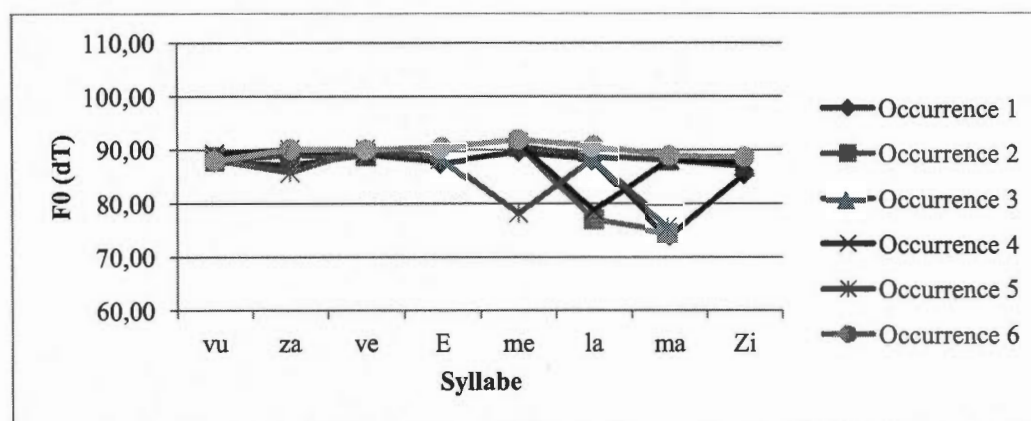


Figure C.4 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « magie », participant Contrôle 1

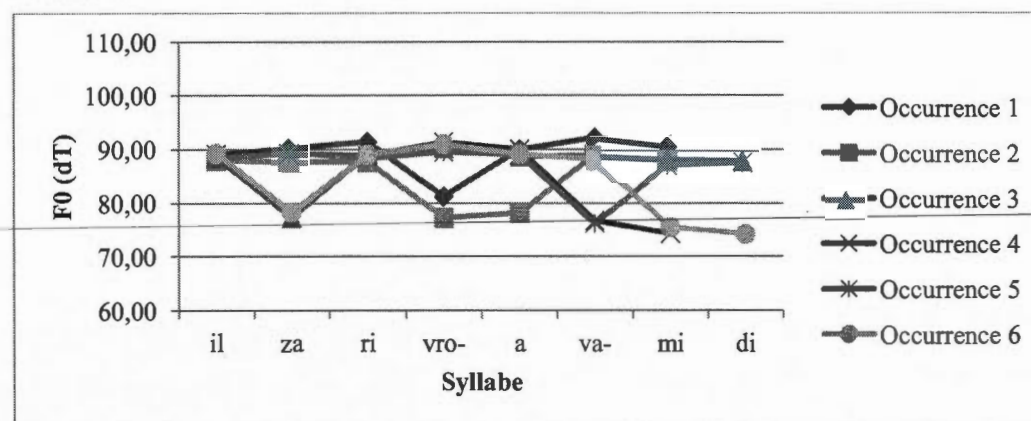


Figure C.5 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « midi », participant Contrôle 1

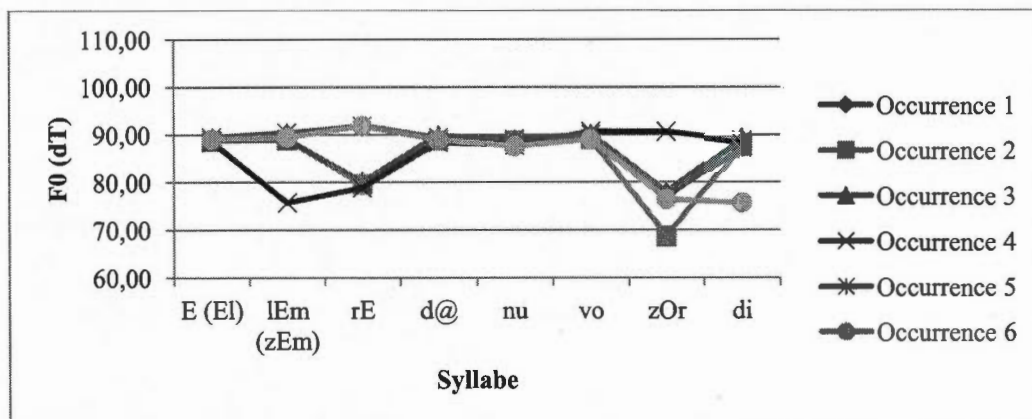


Figure C.6 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « ordis », participant Contrôle 1

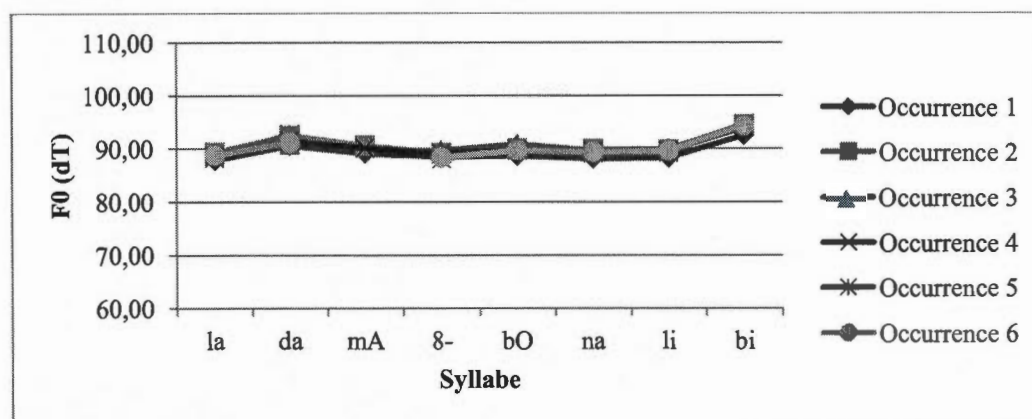


Figure C.7 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « alibi », participant Contrôle 1

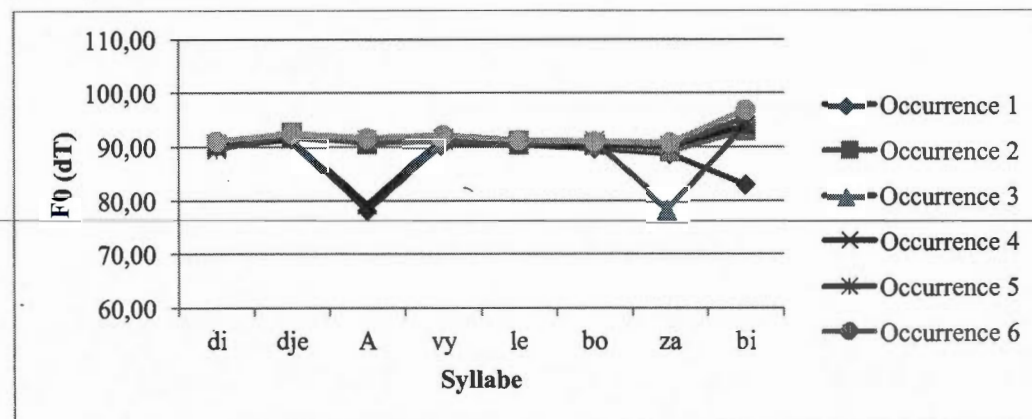


Figure C.8 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « habits », participant Contrôle 1

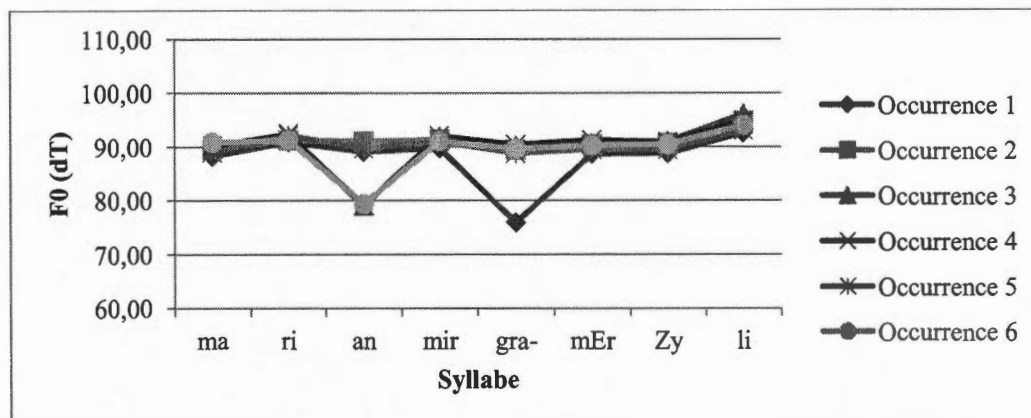


Figure C.9 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « julie », participant Contrôle 1

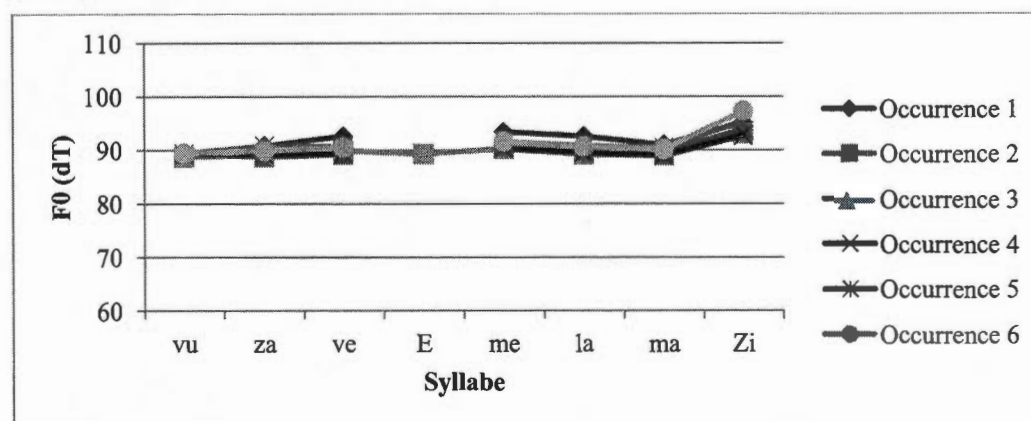


Figure C.10 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « magie », participant Contrôle 1

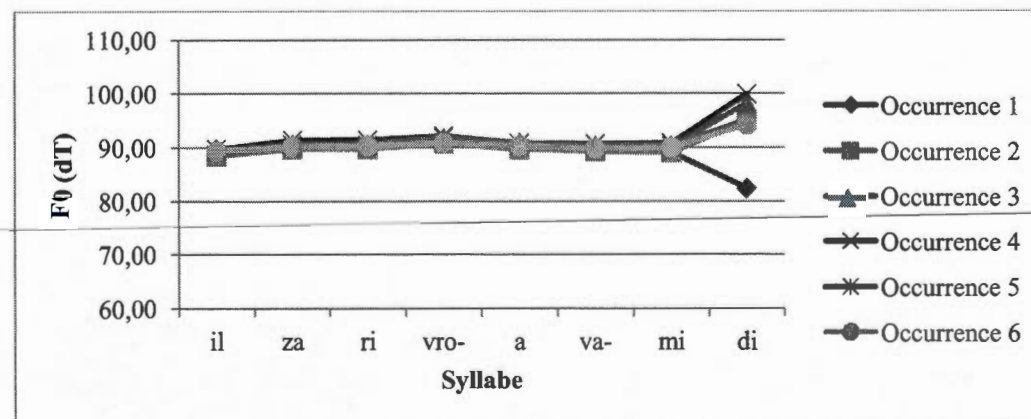


Figure C.11 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « midi », participant Contrôle 1

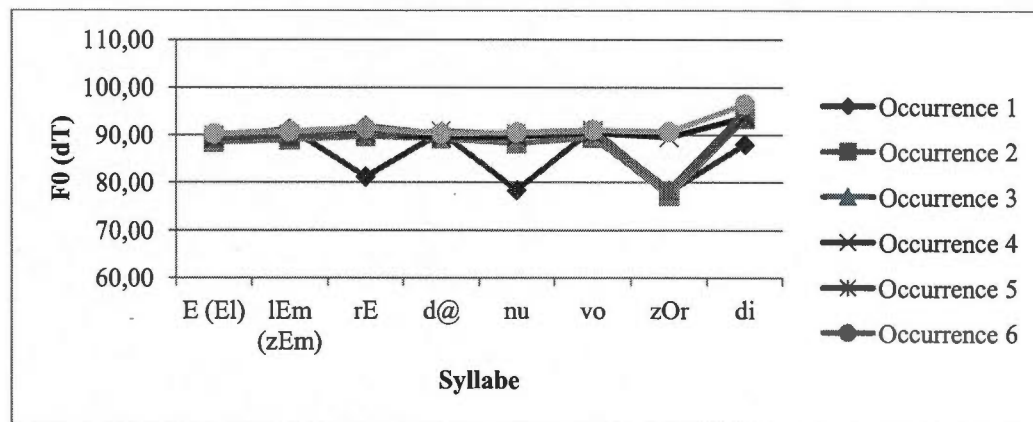


Figure C.12 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « ordis », participant Contrôle 1

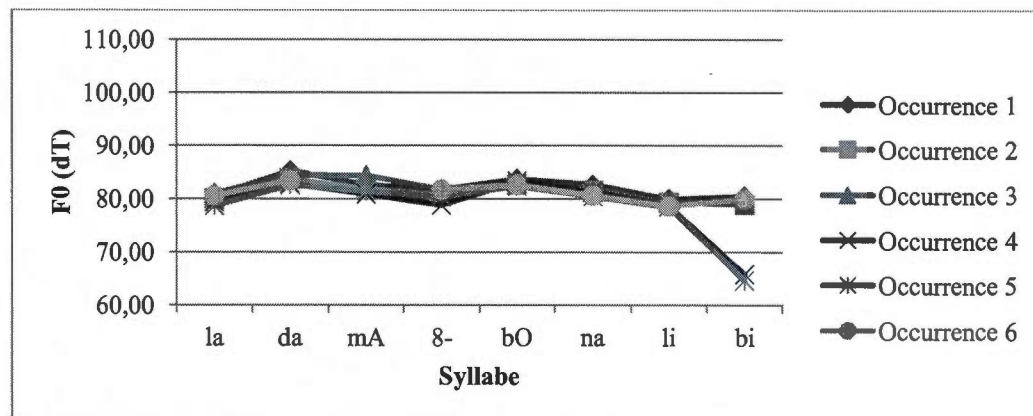


Figure C.13 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « alibi », participant Contrôle 2

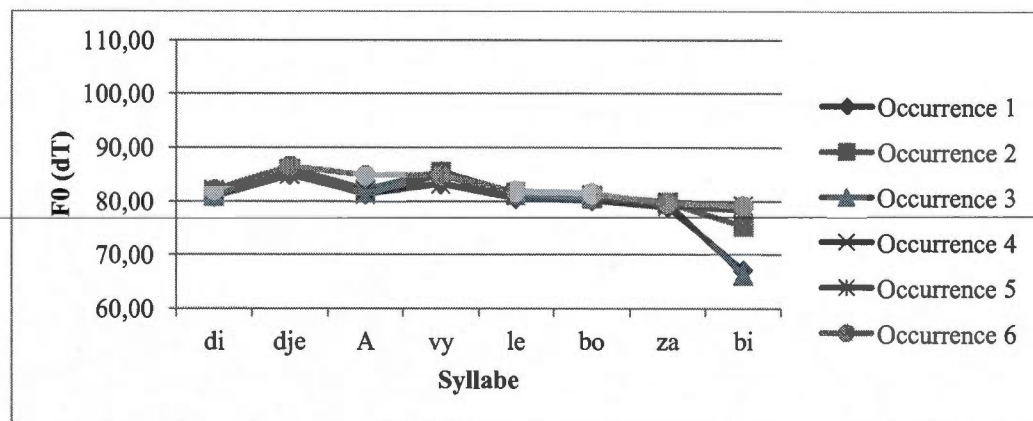


Figure C.14 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « habits », participant Contrôle 2



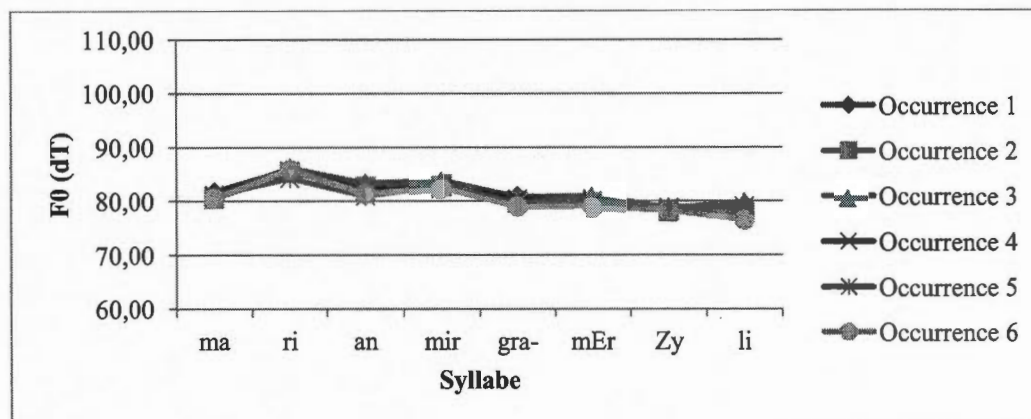


Figure C.15 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « julie », participant Contrôle 2

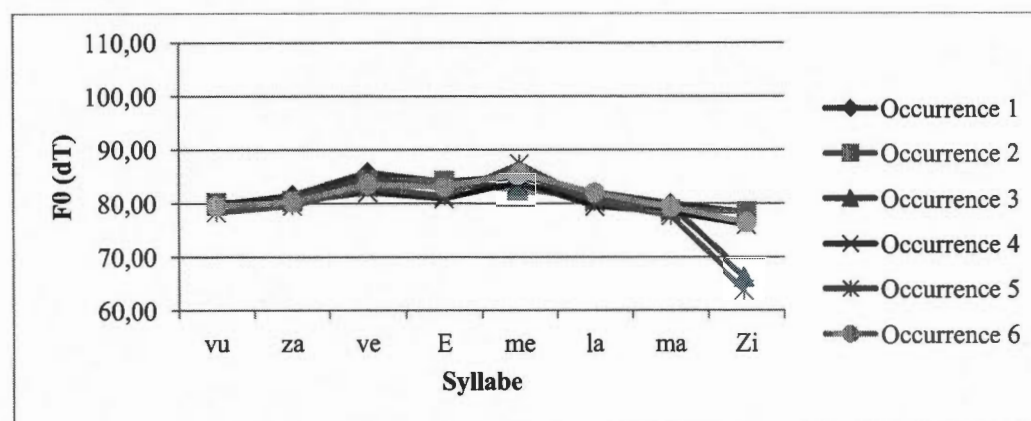


Figure C.16 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « magie », participant Contrôle 2

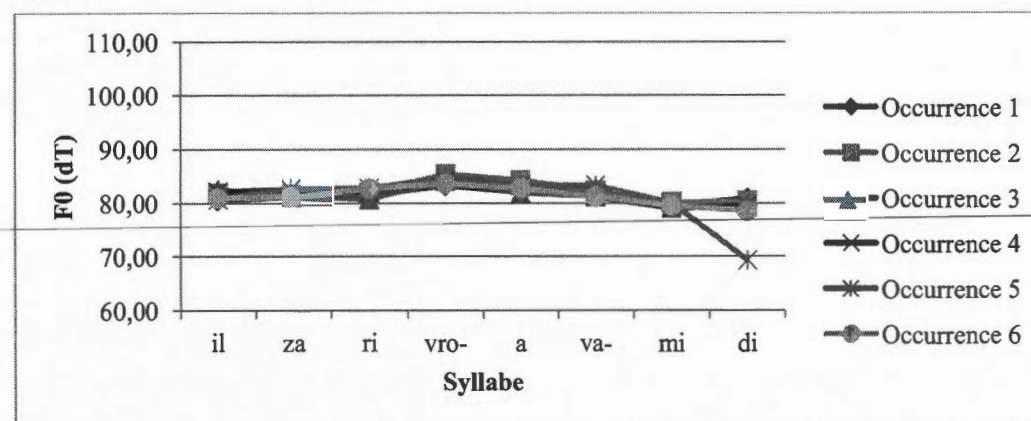


Figure C.17 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « midi », participant Contrôle 2



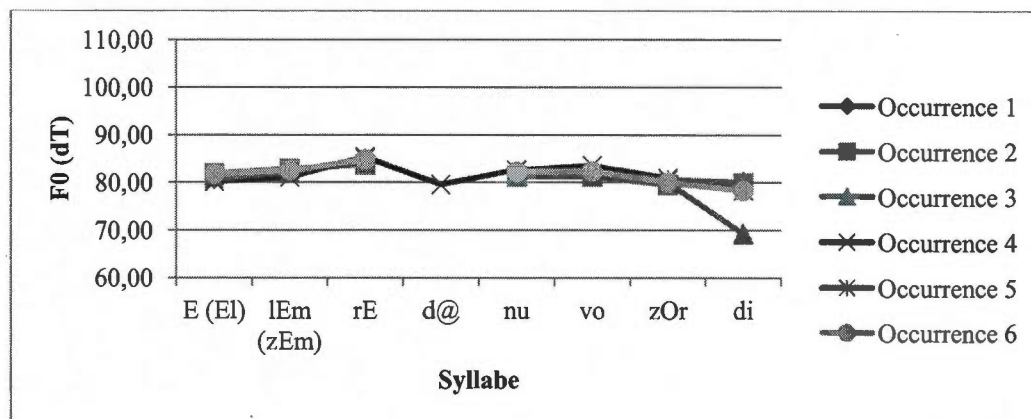


Figure C.18 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « ordis », participant Contrôle 2

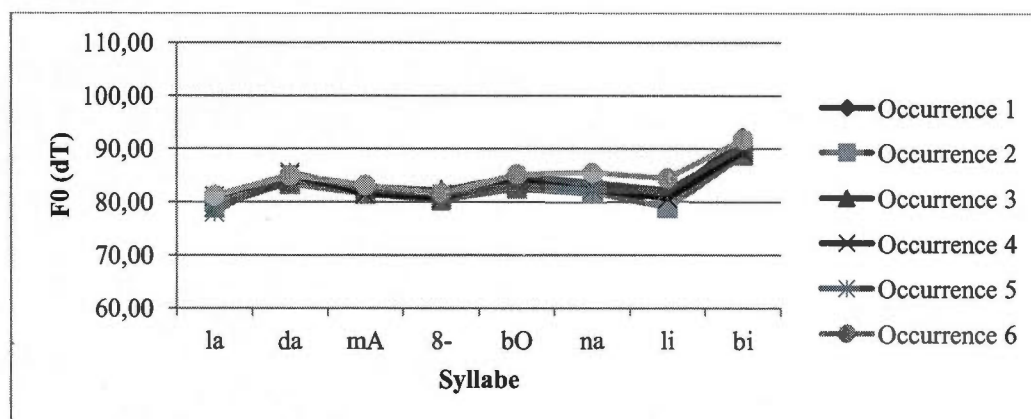


Figure C.19 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « alibi », participant Contrôle 2

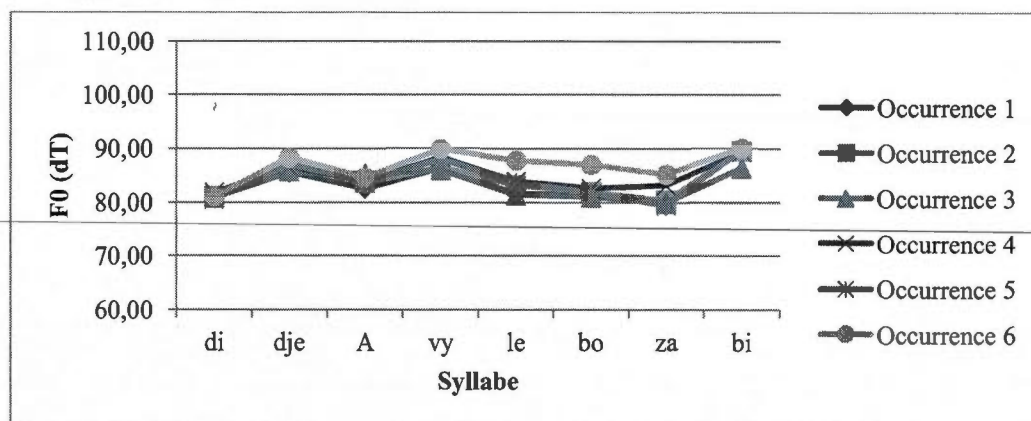


Figure C.20 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « habits », participant Contrôle 2

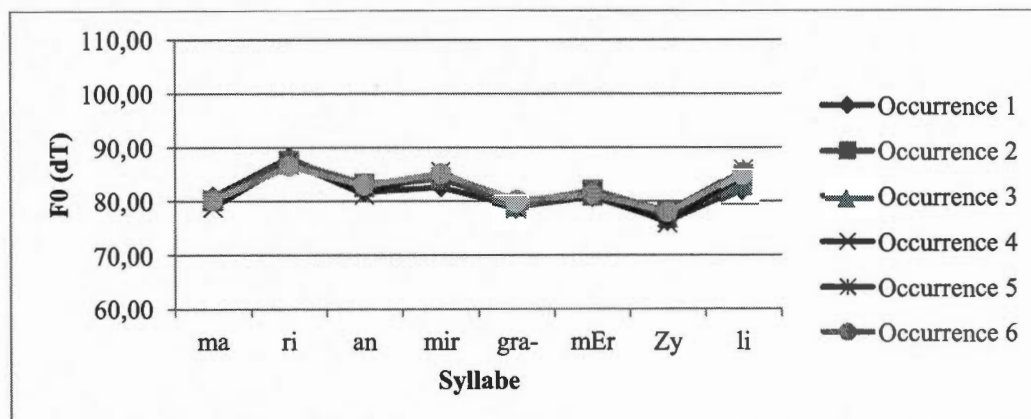


Figure C.21 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « julie », participant Contrôle 2

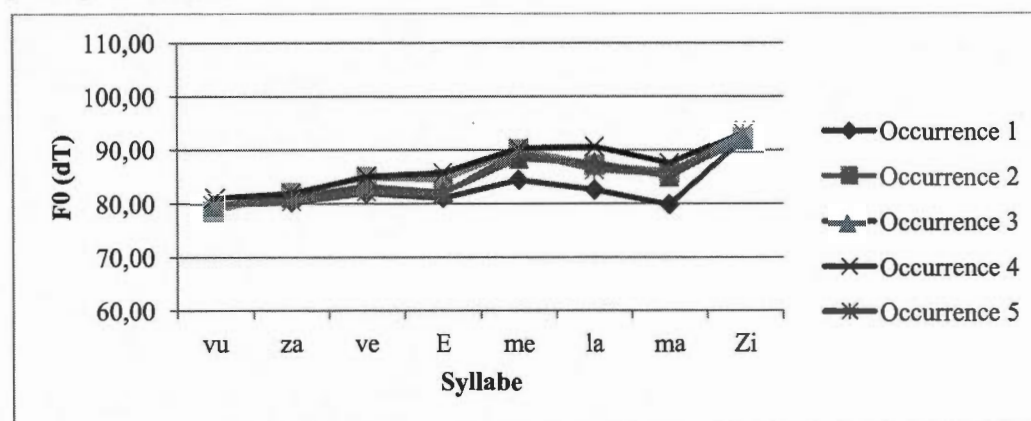


Figure C.22 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « magie », participant Contrôle 2

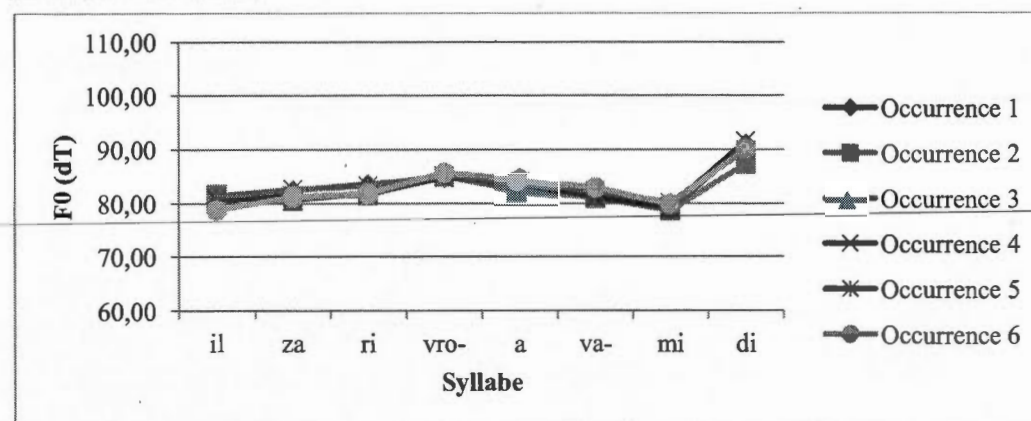


Figure C.23 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « midi », participant Contrôle 2

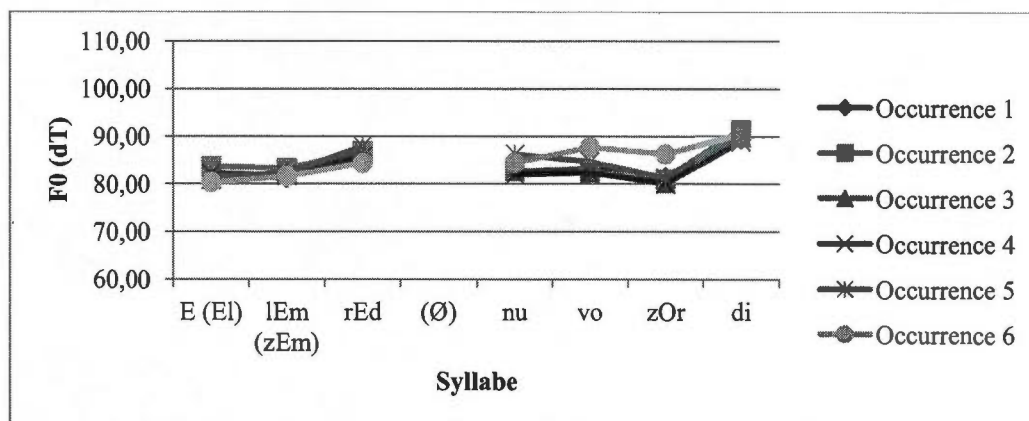


Figure C.24 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « ordis », participant Contrôle 2

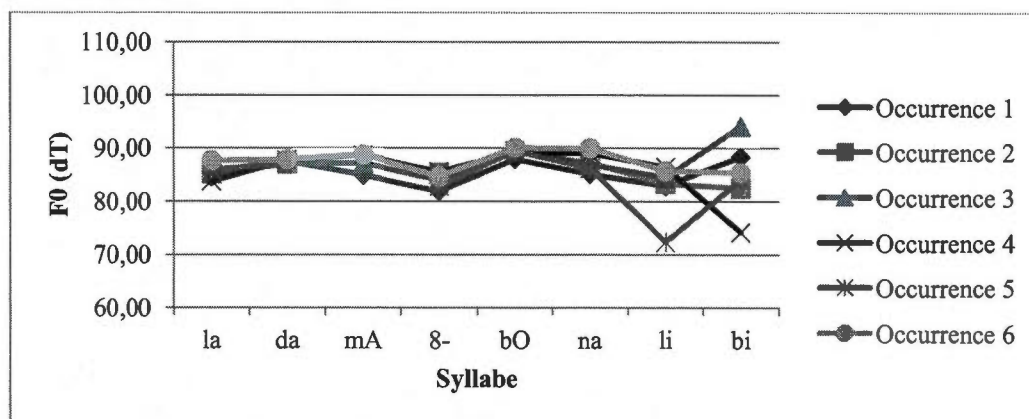


Figure C.25 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « alibi », participant Contrôle 3

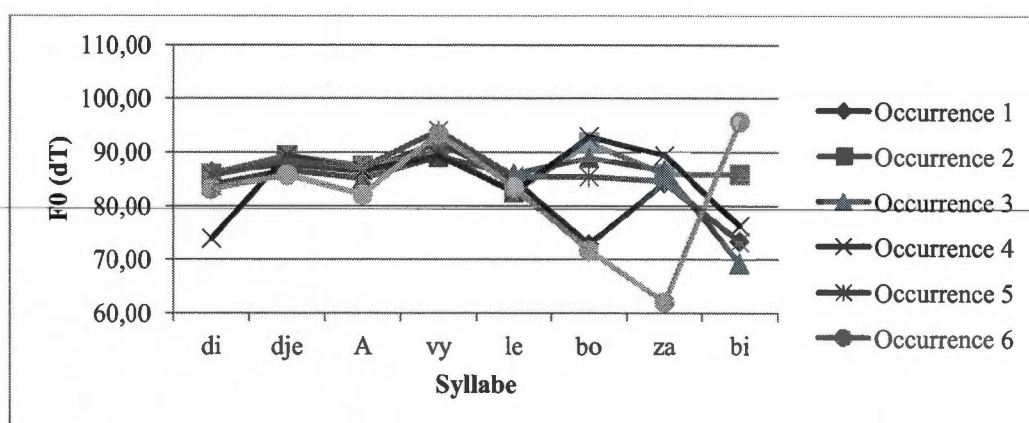


Figure C.26 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « habits », participant Contrôle 3

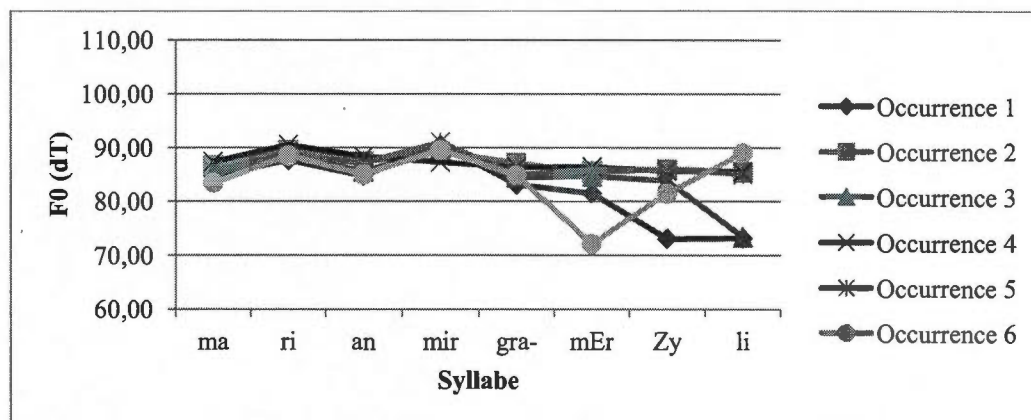


Figure C.27 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « julie », participant Contrôle 3

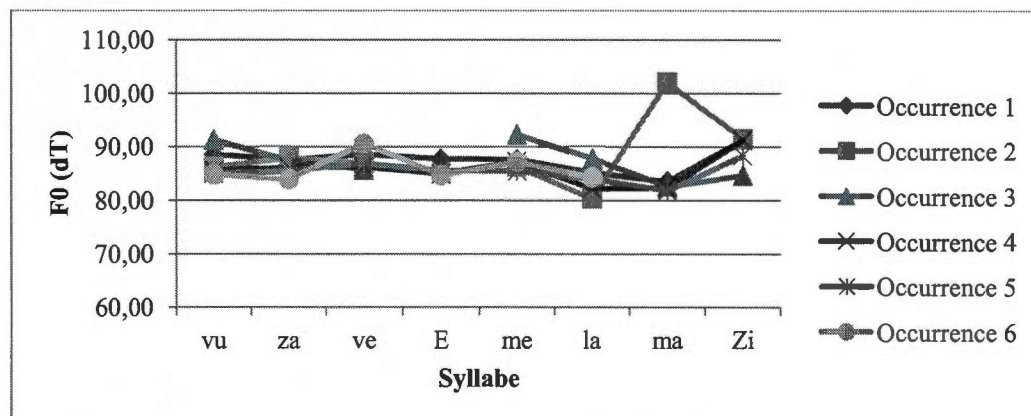


Figure C.28 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « magie », participant Contrôle 3

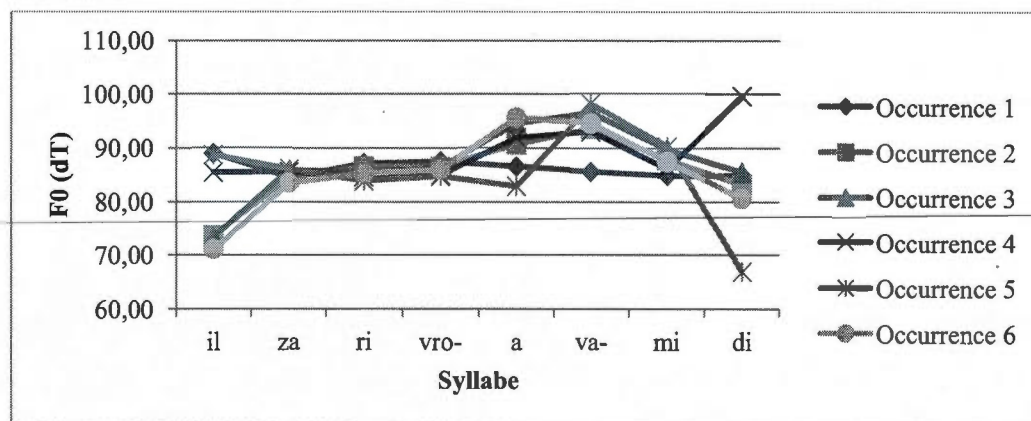


Figure C.29 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « midi », participant Contrôle 3



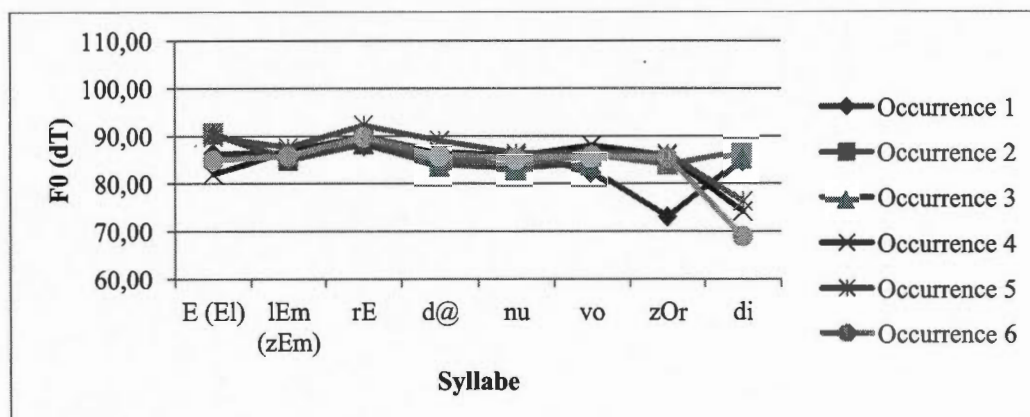


Figure C.30 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « ordis », participant Contrôle 3

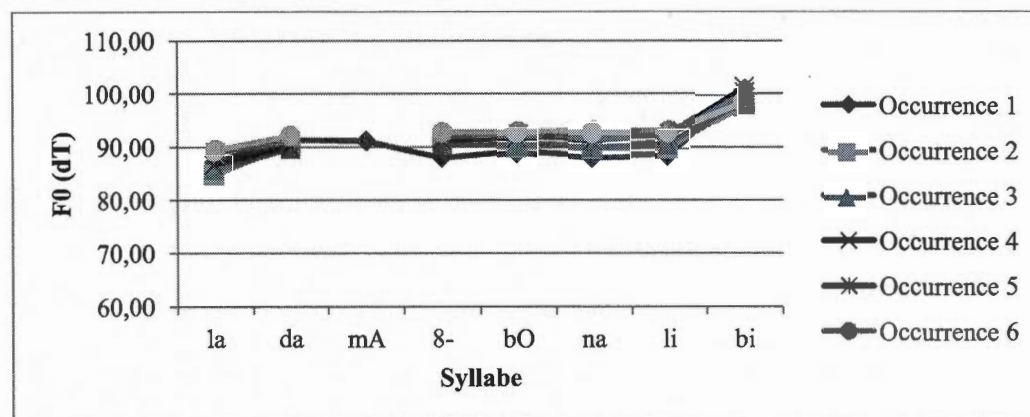


Figure C.31 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « alibi », participant Contrôle 3

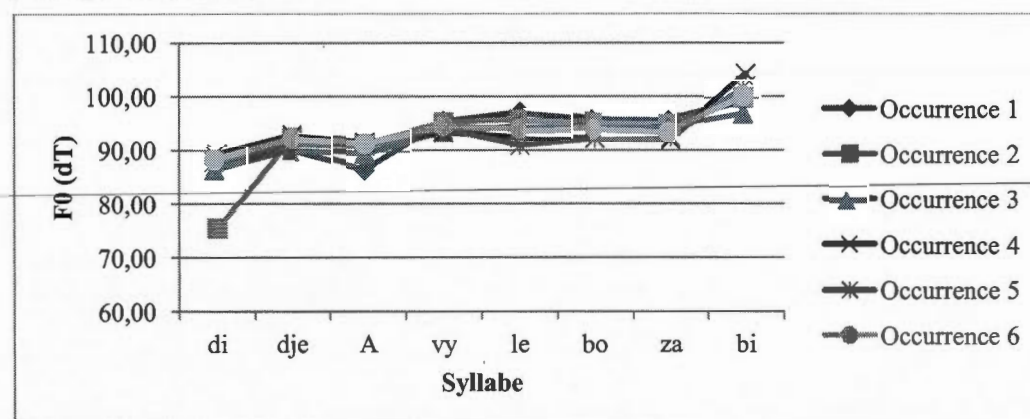


Figure C.32 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « habits », participant Contrôle 3



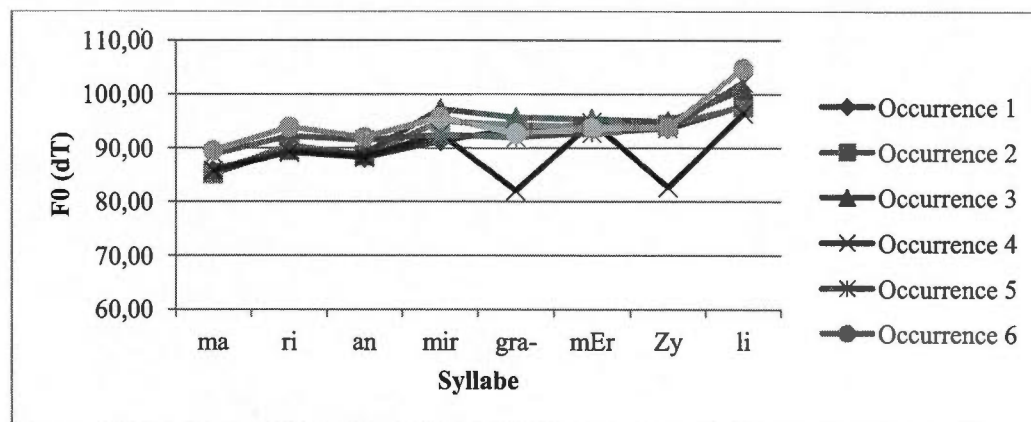


Figure C.33 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « julie », participant Contrôle 3

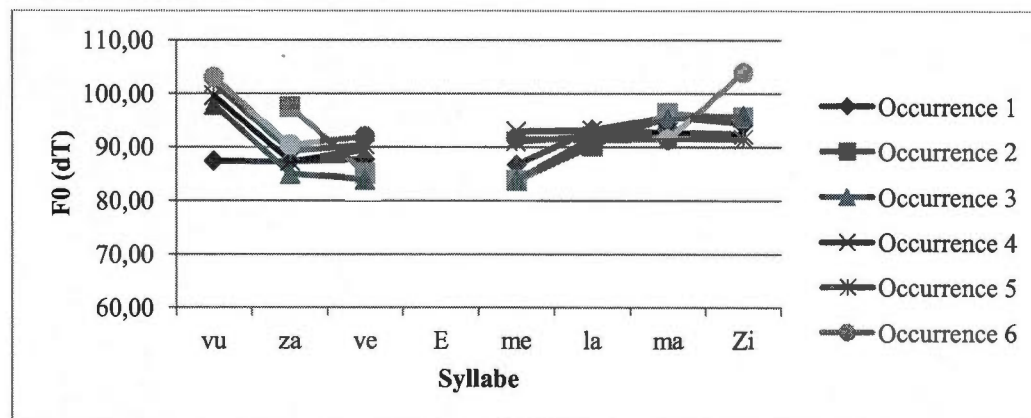


Figure C.34 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « magie », participant Contrôle 3

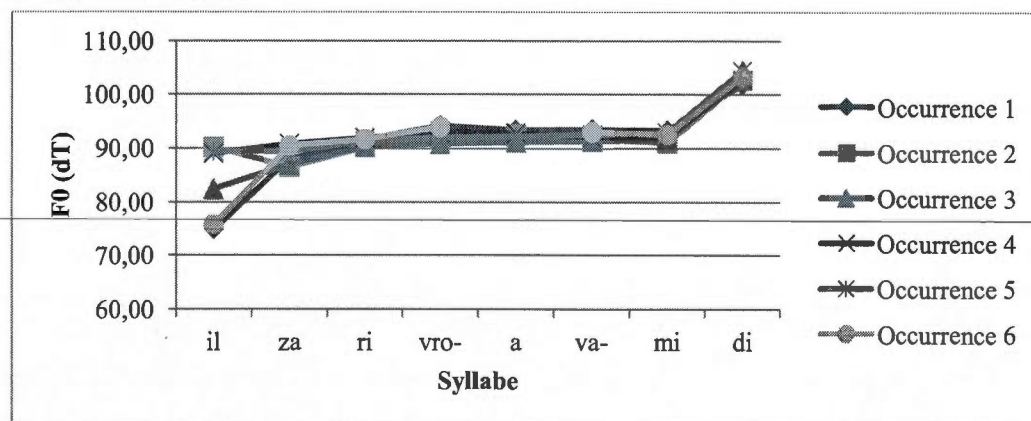


Figure C.35 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « midi », participant Contrôle 3

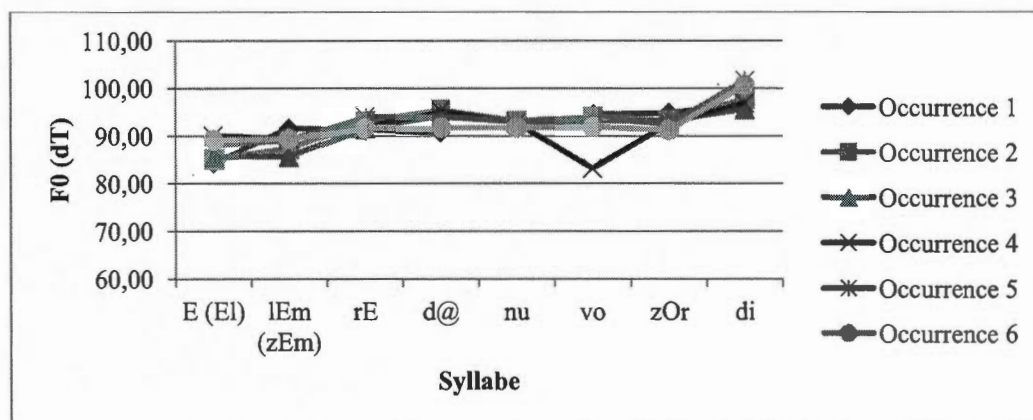


Figure C.36 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « ordis », participant Contrôle 3

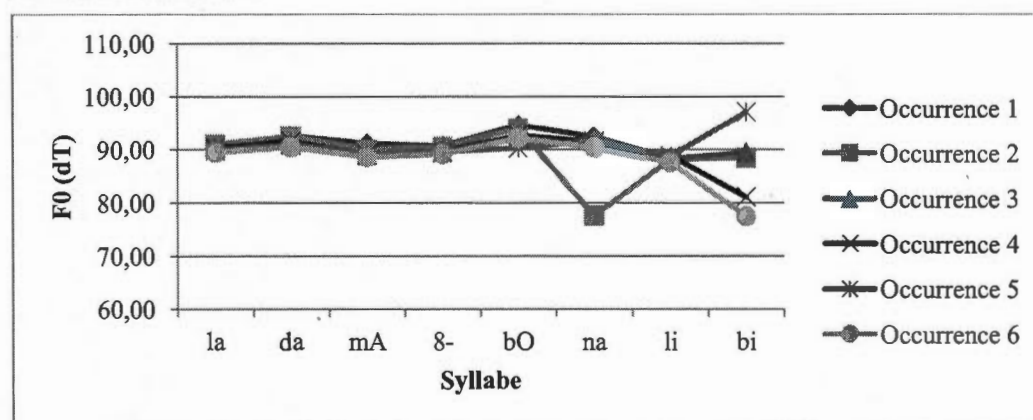


Figure C.37 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « alibi », participant Sourd 1, implant éteint

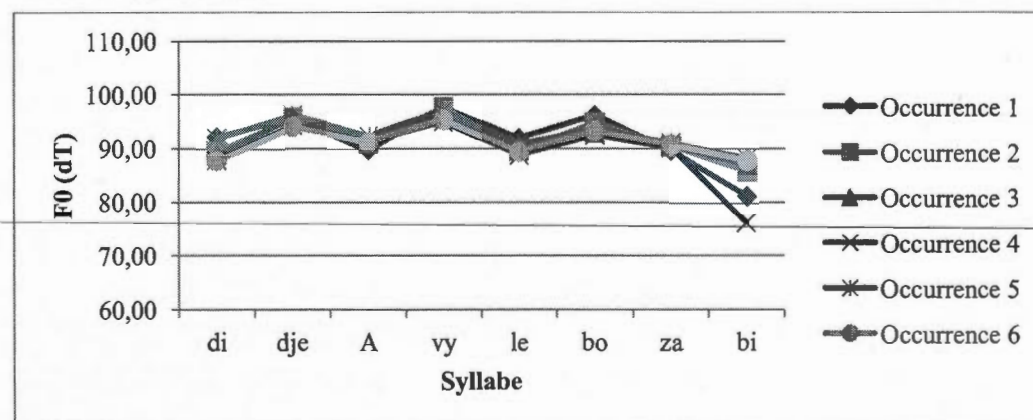


Figure C.38 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « habits », participant Sourd 1, implant éteint

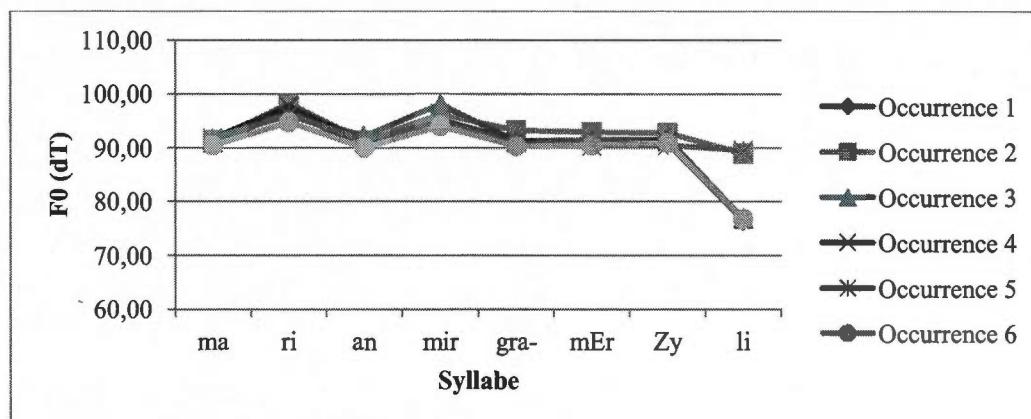


Figure C.39 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « julie », participant Sourd 1, implant éteint

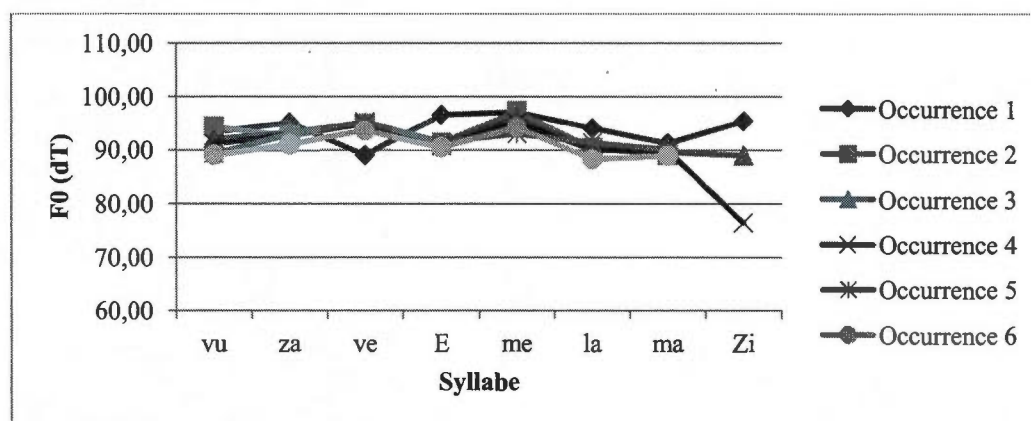


Figure C.40 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « magie », participant Sourd 1, implant éteint

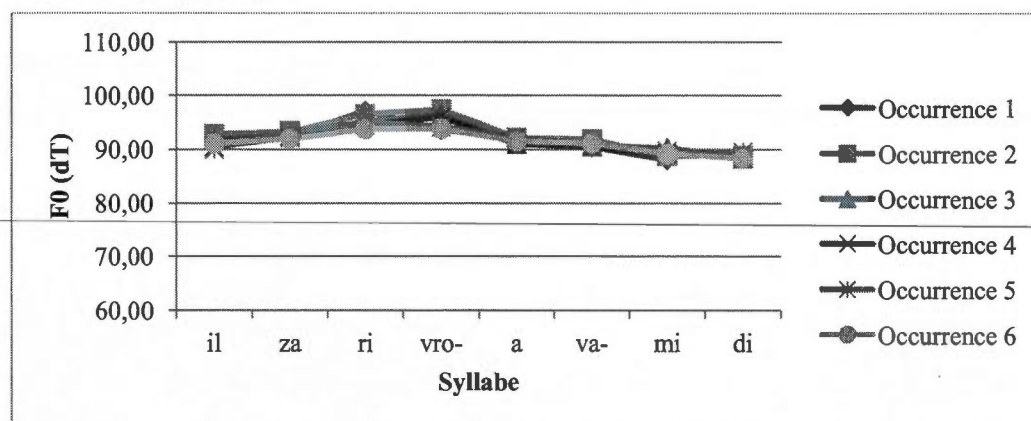


Figure C.41 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « midi », participant Sourd 1, implant éteint

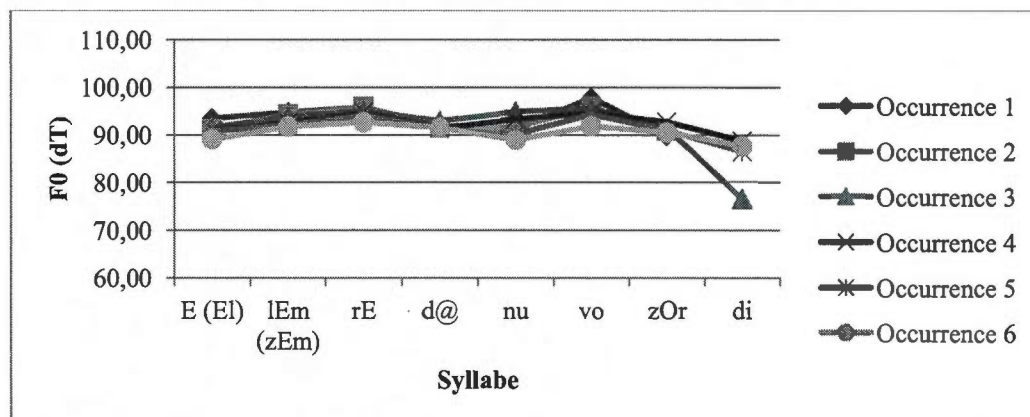


Figure C.42 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « ordis », participant Sourd 1, implant éteint

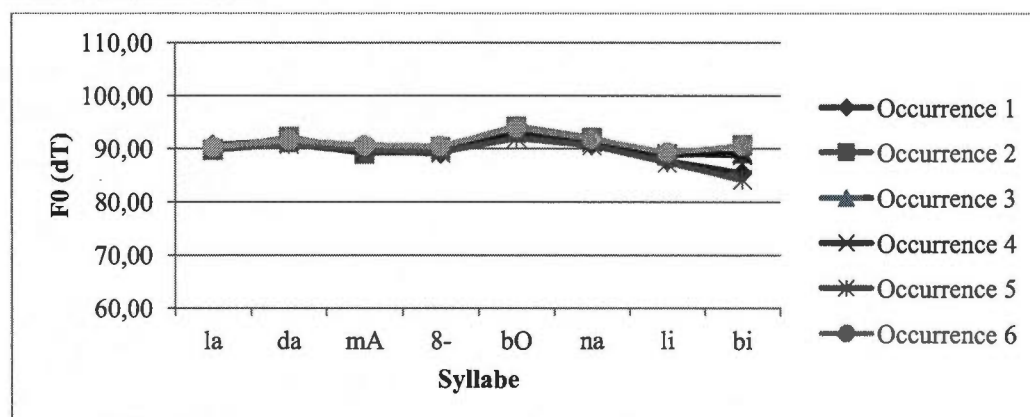


Figure C.43 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « alibi », participant Sourd 1, implant éteint

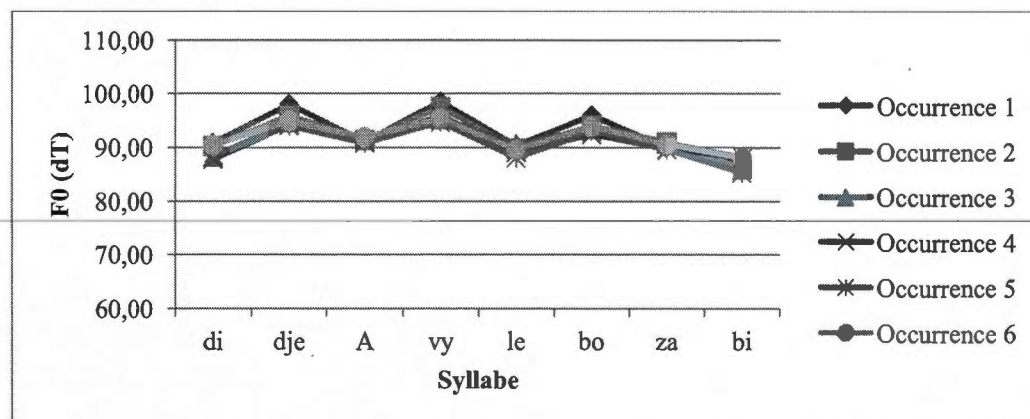


Figure C.44 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « habits », participant Sourd 1, implant éteint



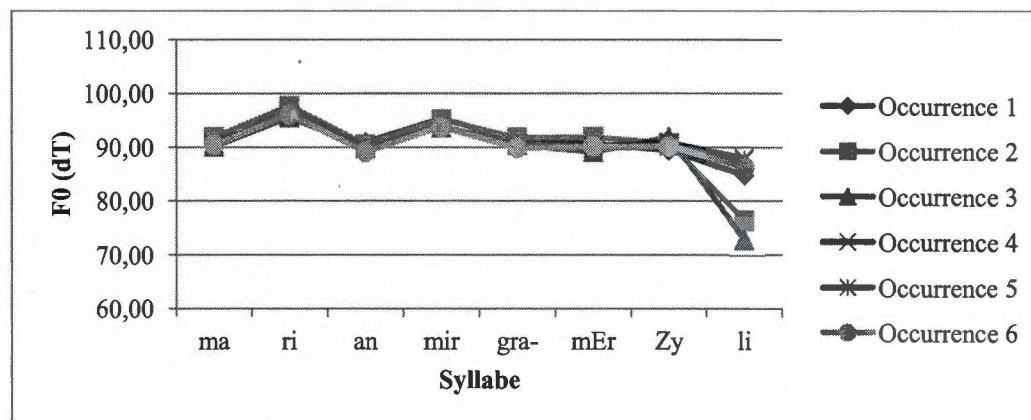


Figure C.45 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « julie », participant Sourd 1, implant éteint

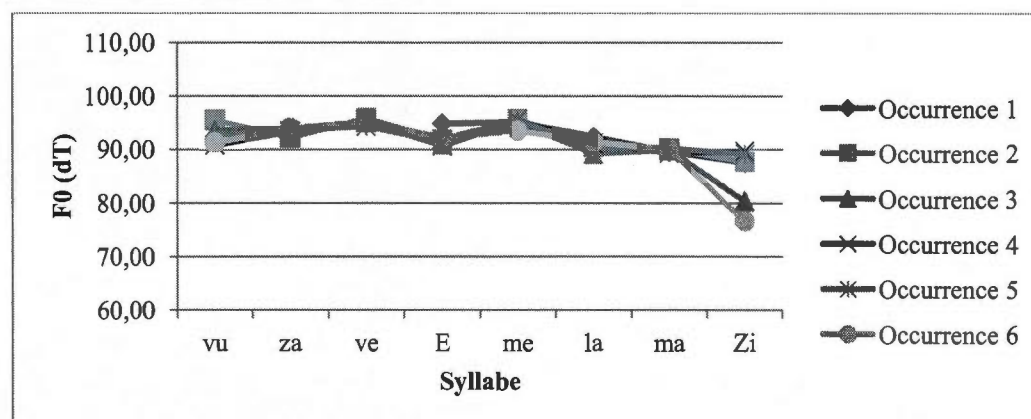


Figure C.46 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « magie », participant Sourd 1, implant éteint

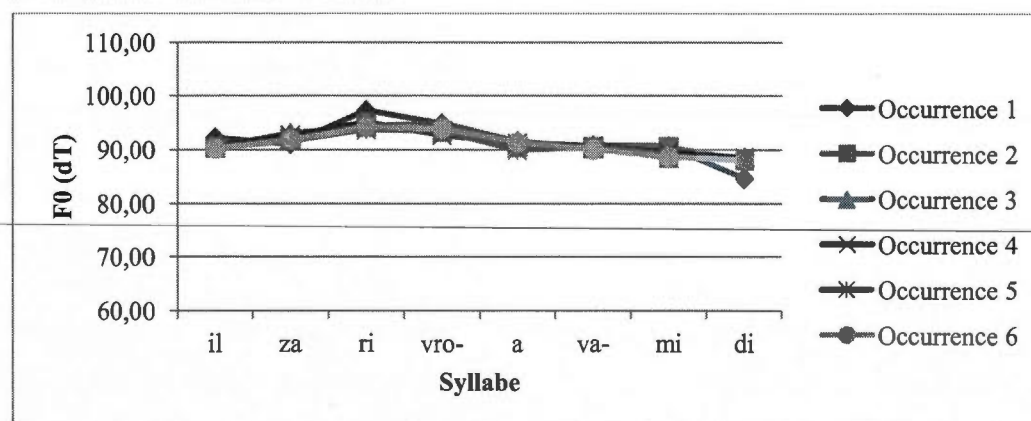


Figure C.47 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « midi », participant Sourd 1, implant éteint



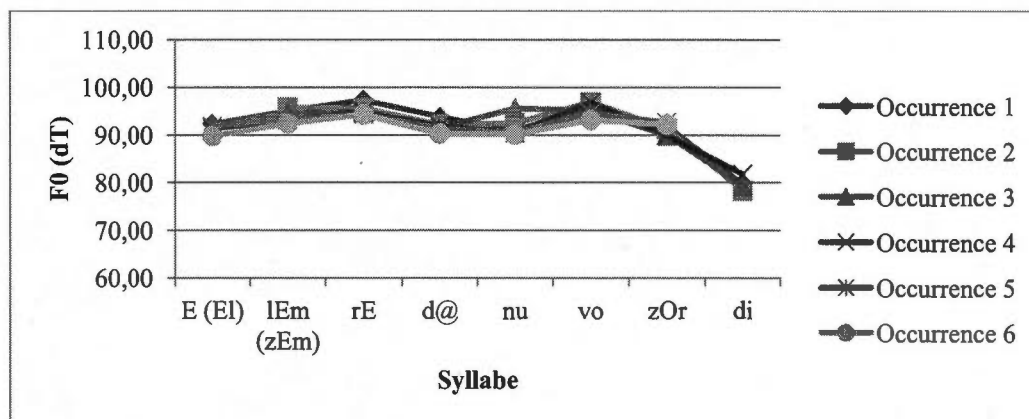


Figure C.48 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « ordis », participant Sourd 1, implant éteint

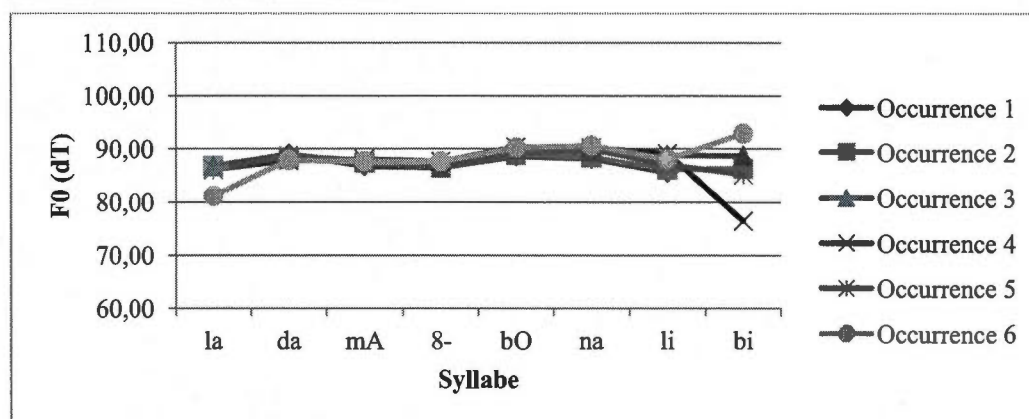


Figure C.49 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « alibi », participant Sourd 1, implant en marche

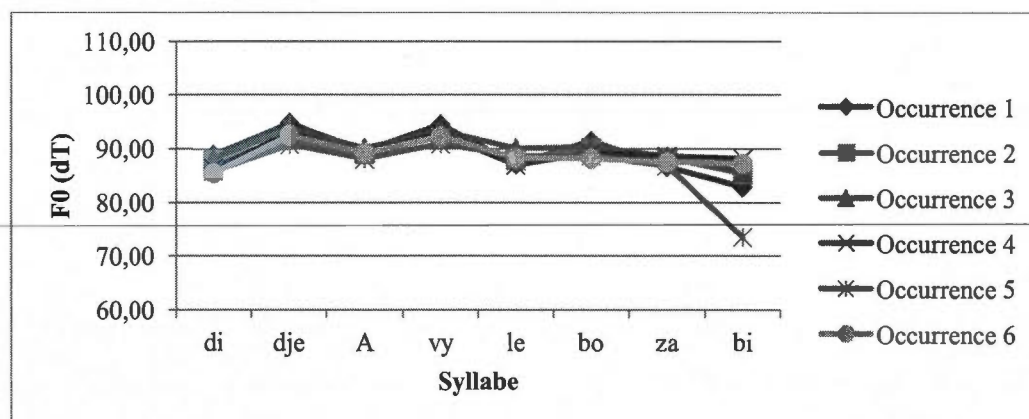


Figure C.50 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « habits », participant Sourd 1, implant en marche

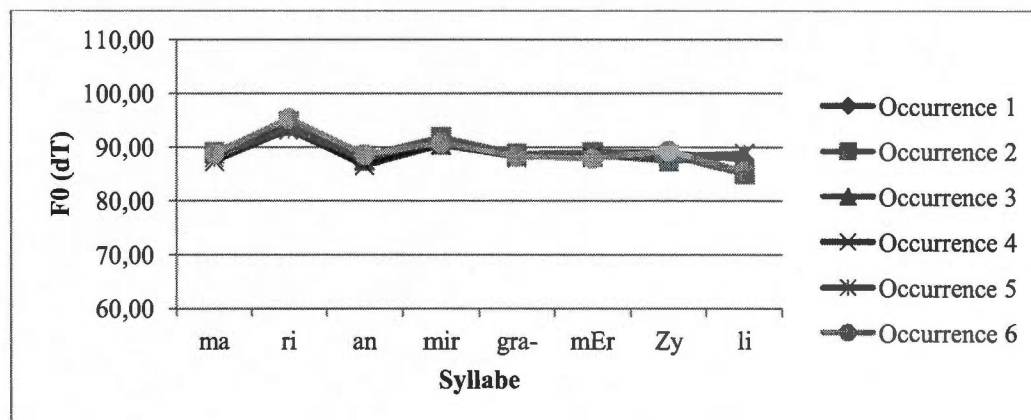


Figure C.51 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « julie », participant Sourd 1, implant en marche

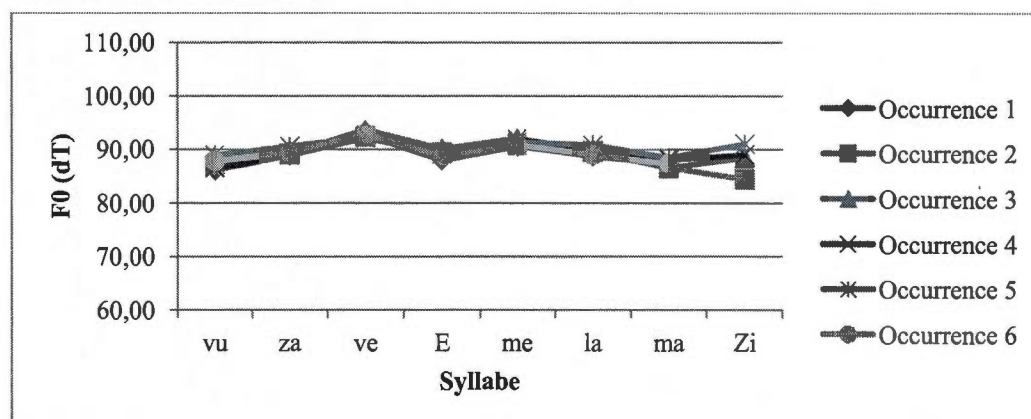


Figure C.52 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « magie », participant Sourd 1, implant en marche

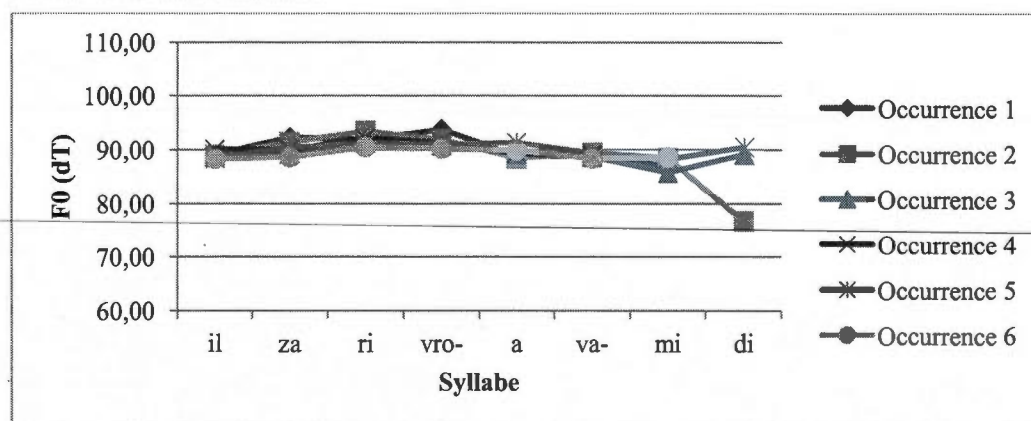


Figure C.53 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « midi », participant Sourd 1, implant en marche

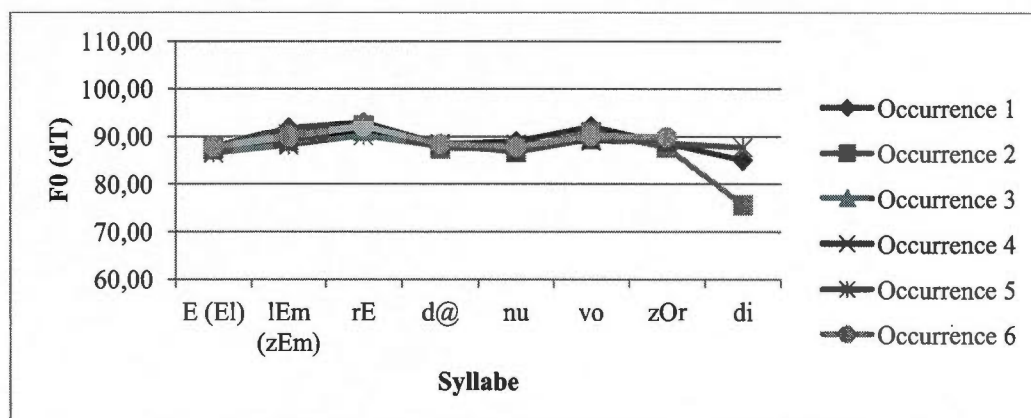


Figure C.54 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « ordis », participant Sourd 1, implant en marche

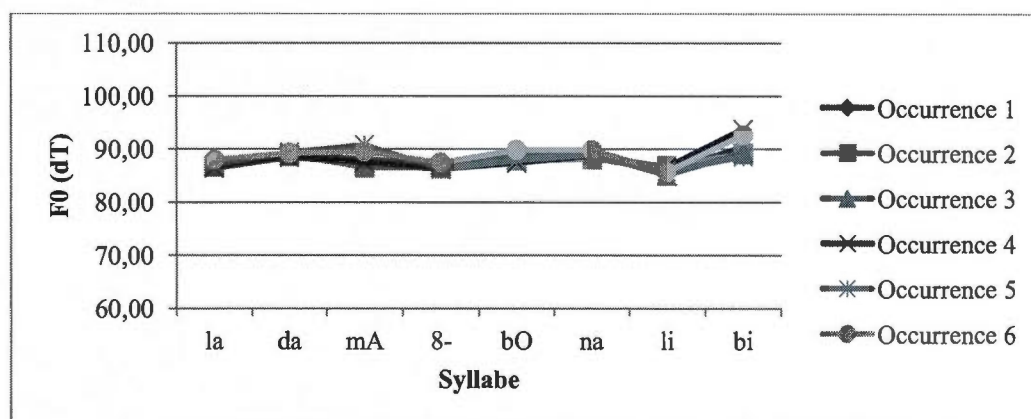


Figure C.55 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « alibi », participant Sourd 1, implant en marche

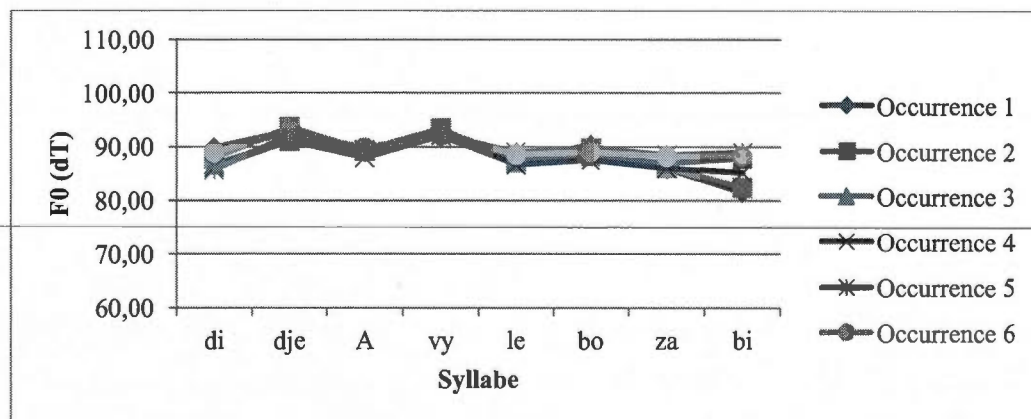


Figure C.56 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « habits », participant Sourd 1, implant en marche

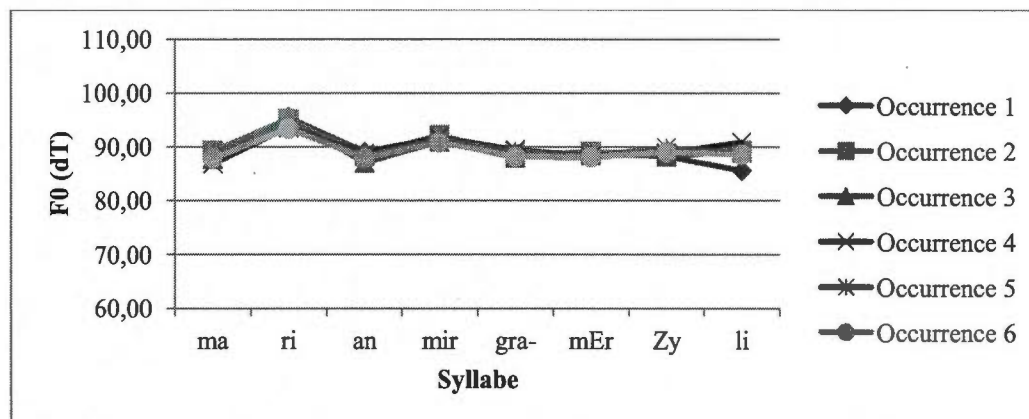


Figure C.57 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « julie », participant Sourd 1, implant en marche

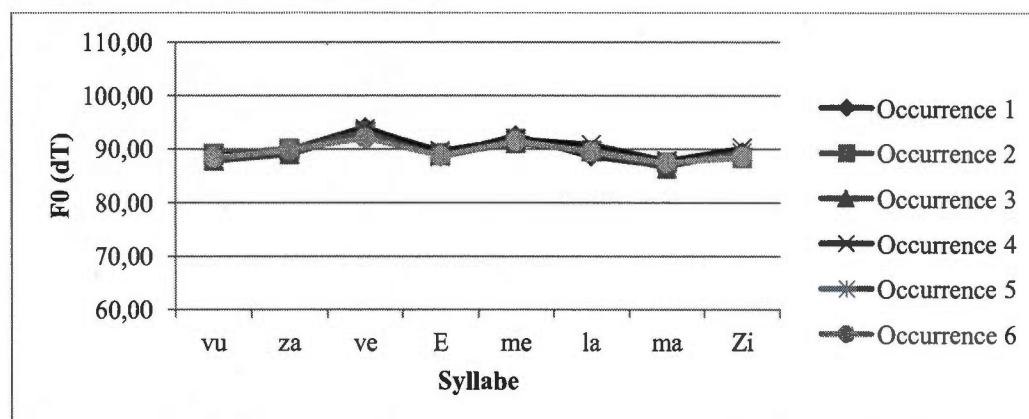


Figure C.58 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « magie », participant Sourd 1, implant en marche

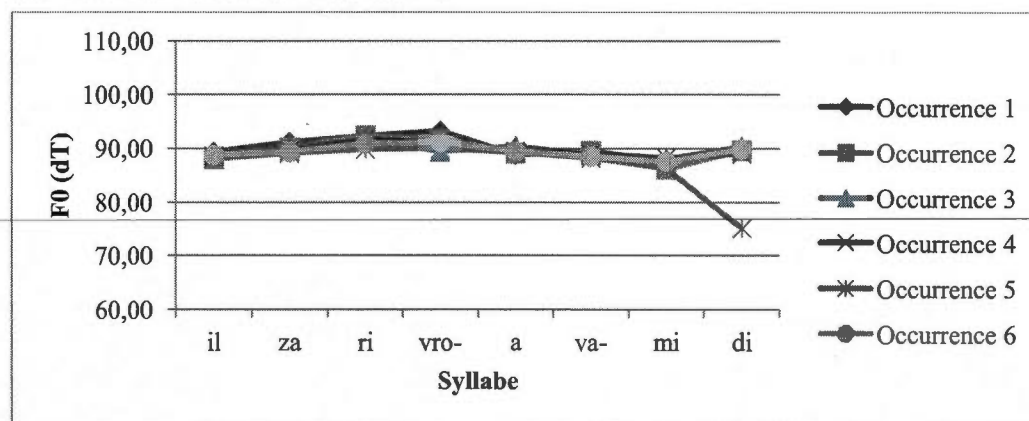


Figure C.59 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « midi », participant Sourd 1, implant en marche



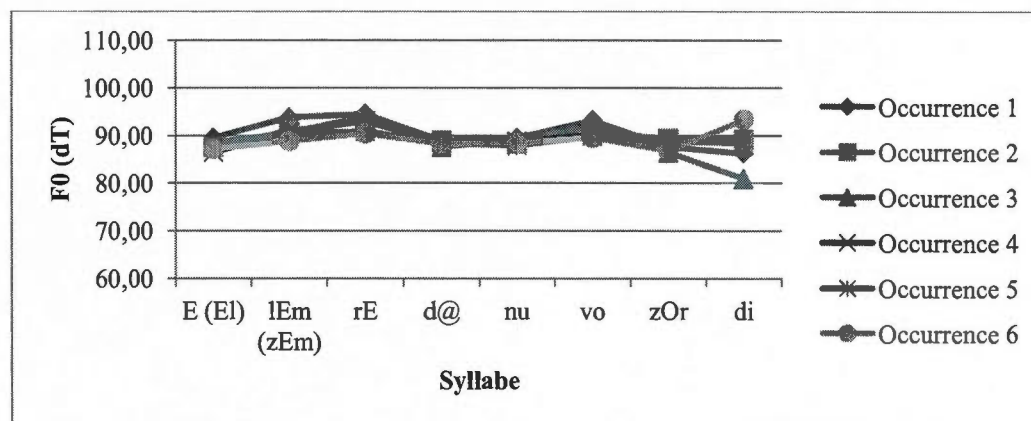


Figure C.60 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « ordis », participant Sourd 1, implant en marche

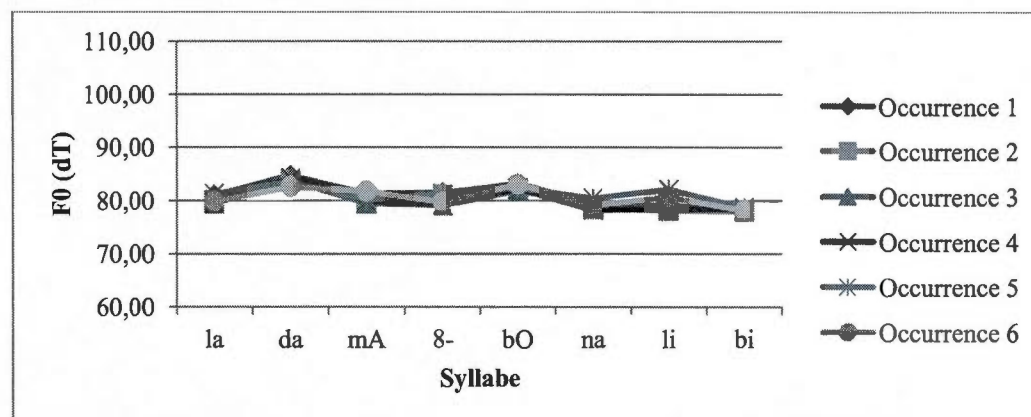


Figure C.61 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « alibi », participant Sourd 2, implant éteint

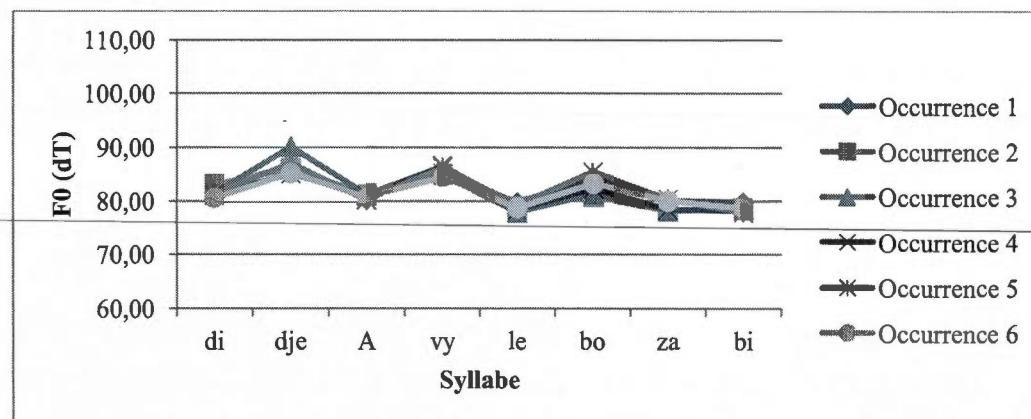


Figure C.62 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « habits », participant Sourd 2, implant éteint



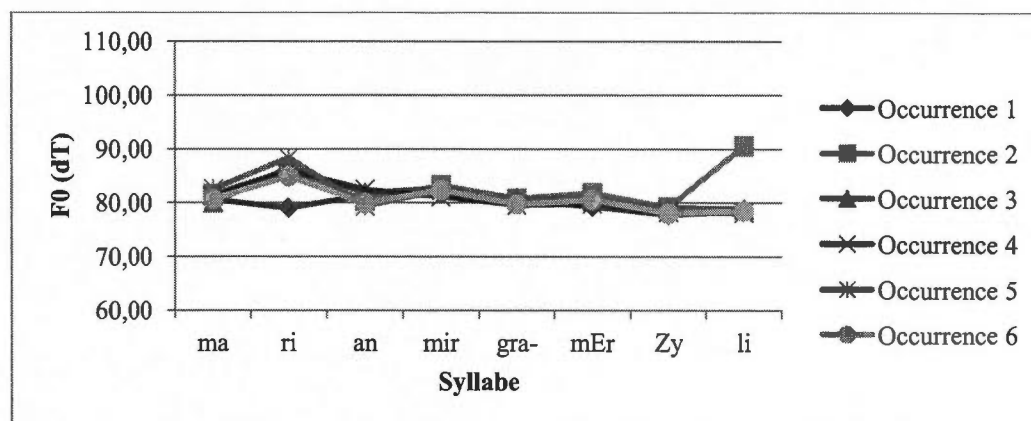


Figure C.63 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « julie », participant Sourd 2, implant éteint

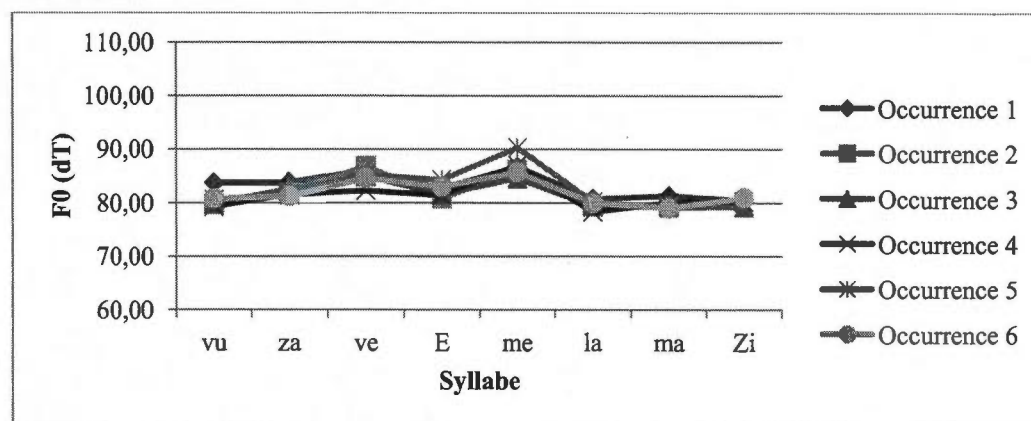


Figure C.64 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « magie », participant Sourd 2, implant éteint

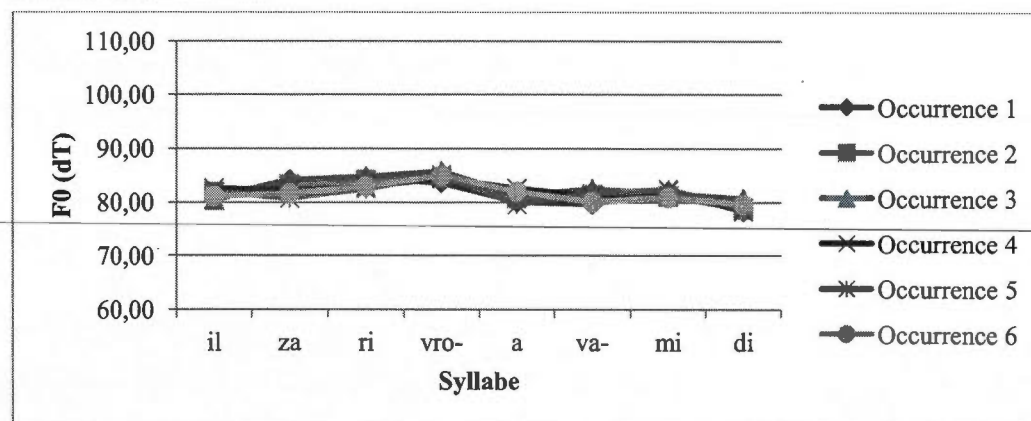


Figure C.65 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « midi », participant Sourd 2, implant éteint

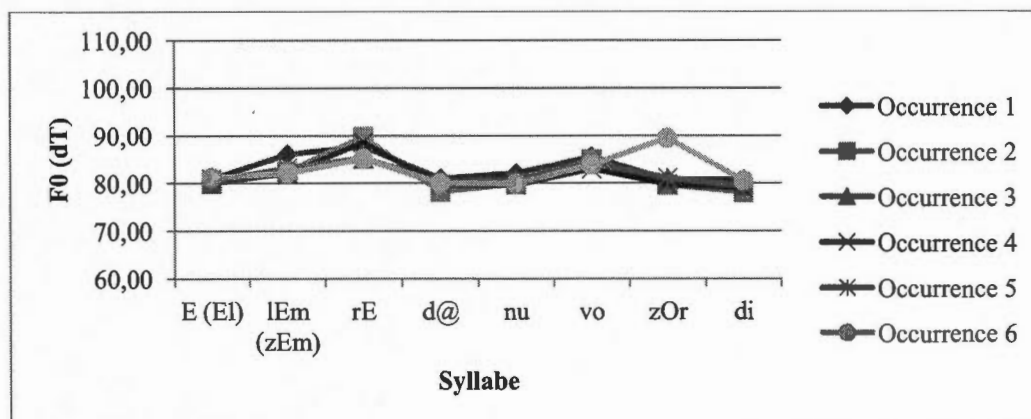


Figure C.66 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « ordis », participant Sourd 2, implant éteint

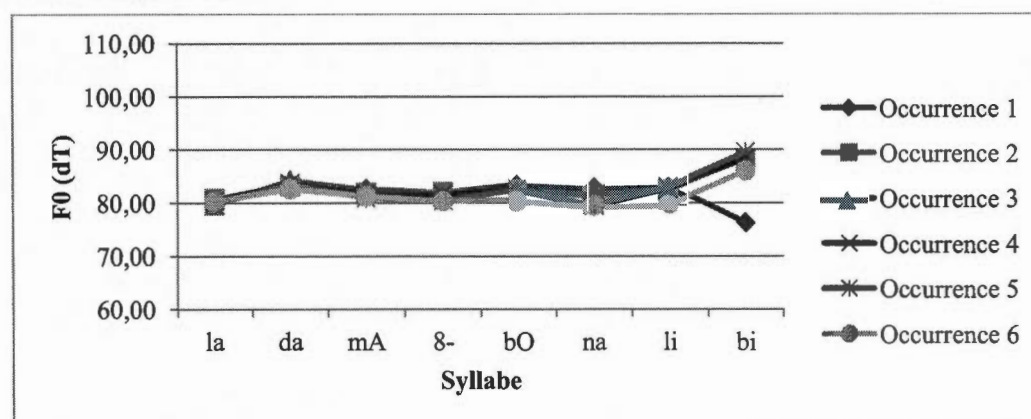


Figure C.67 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « alibi », participant Sourd 2, implant éteint

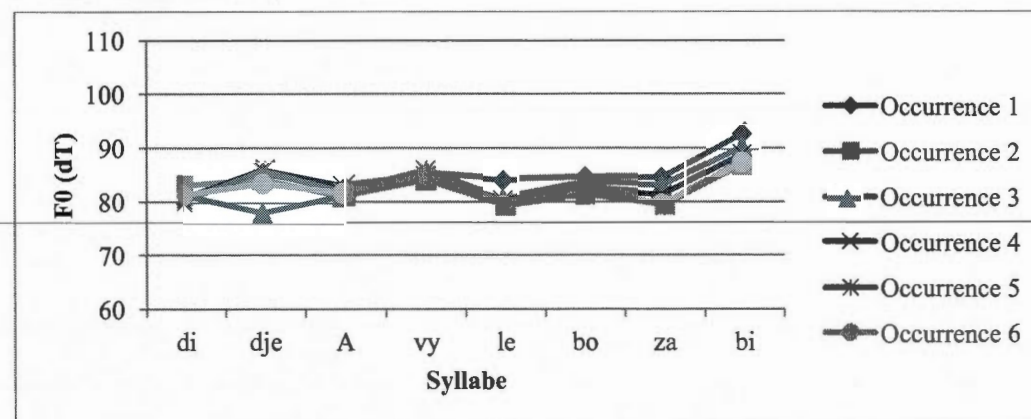


Figure C.68 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « habits », participant Sourd 2, implant éteint

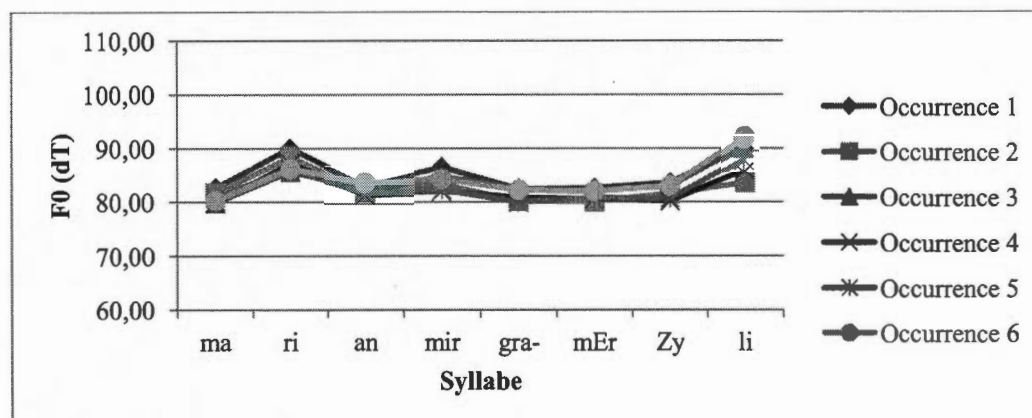


Figure C.69 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « julie », participant Sourd 2, implant éteint

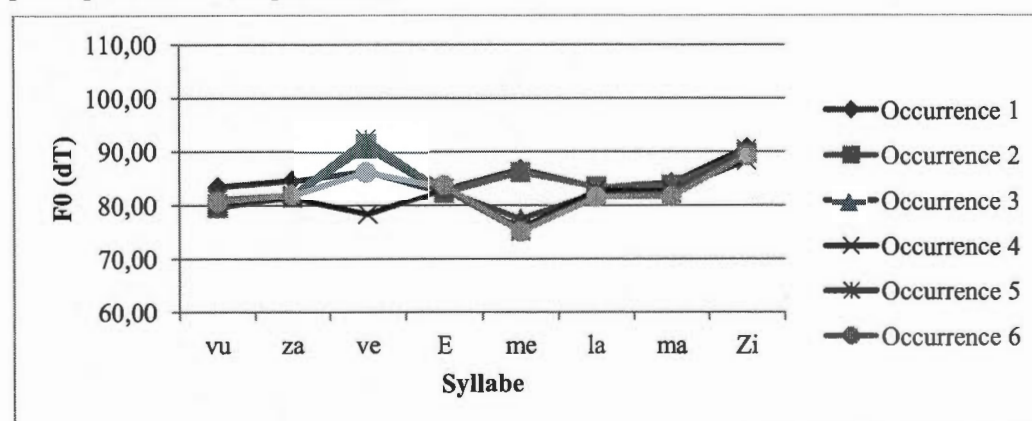


Figure C.70 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « magie », participant Sourd 2, implant éteint

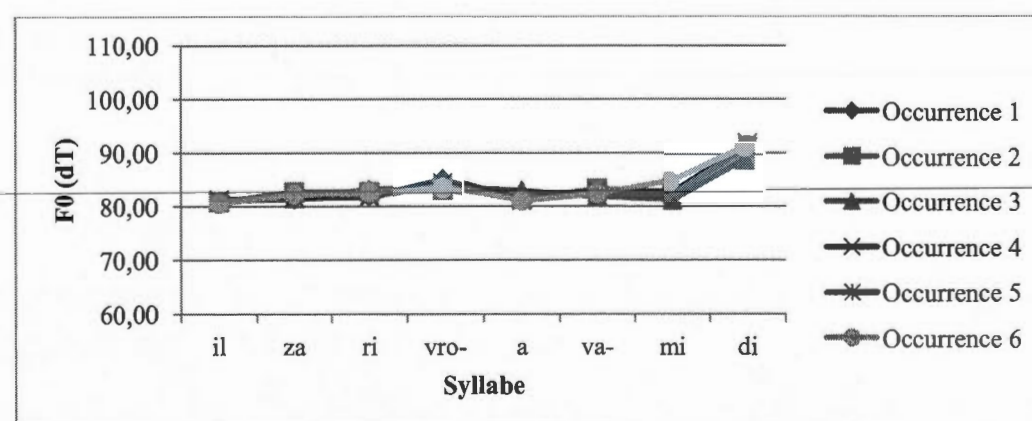


Figure C.71 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « midi », participant Sourd 2, implant éteint

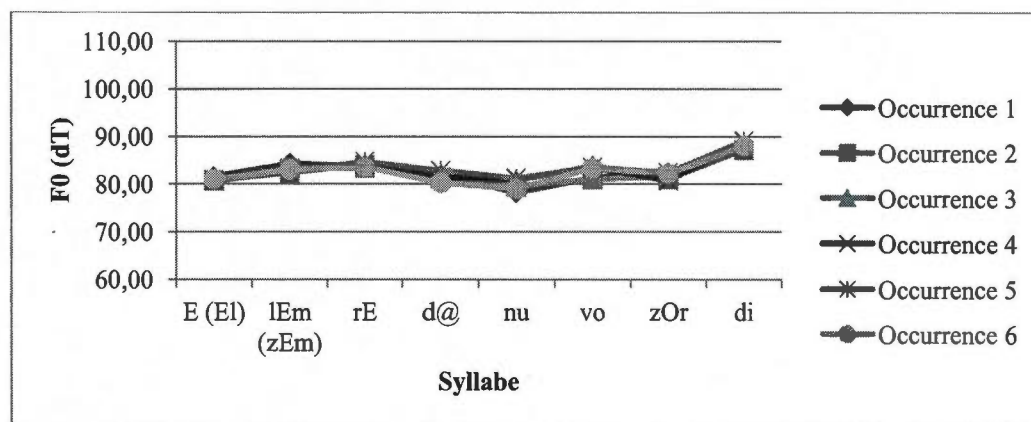


Figure C.72 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « ordis », participant Sourd 2, implant éteint

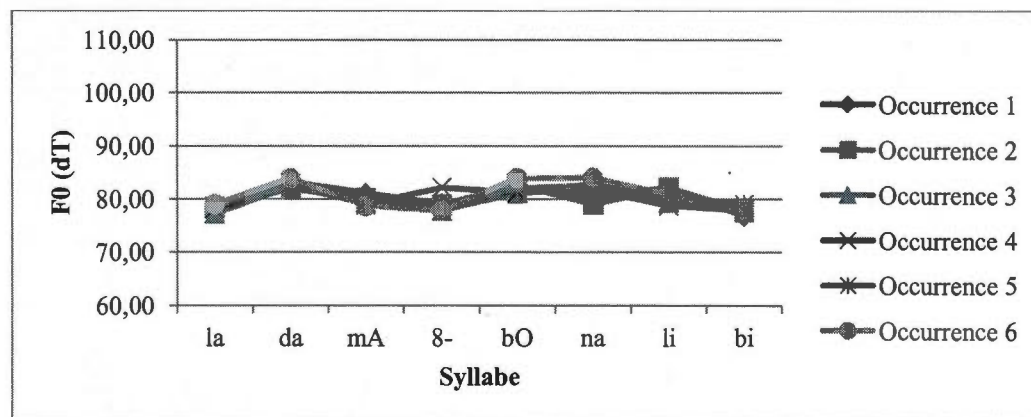


Figure C.73 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « alibi », participant Sourd 2, implant en marche

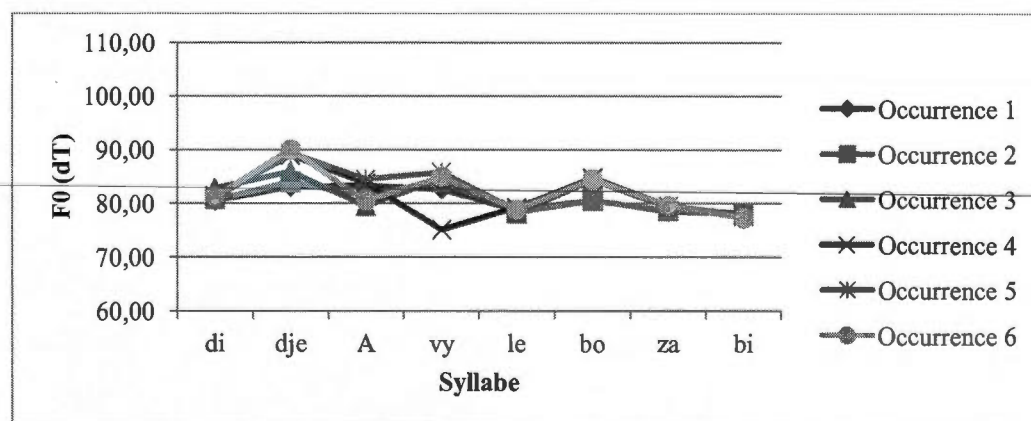


Figure C.74 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « habits », participant Sourd 2, implant en marche



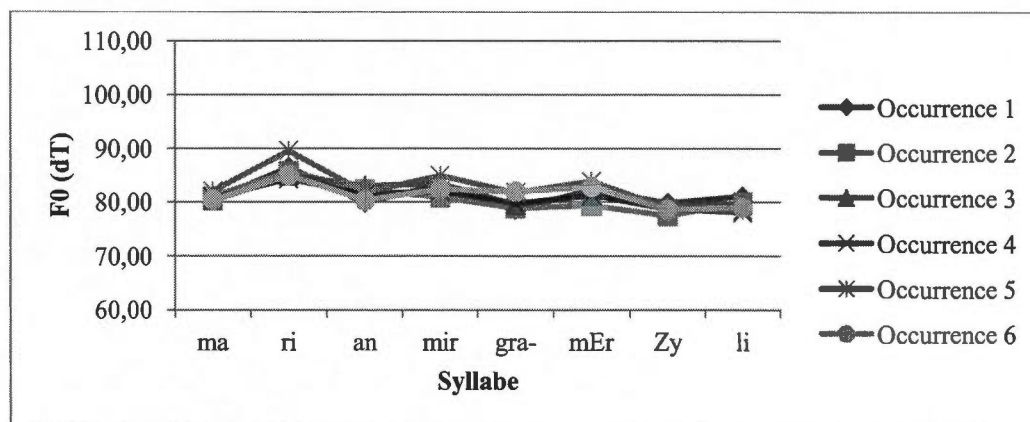


Figure C.75 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « julie », participant Sourd 2, implant en marche

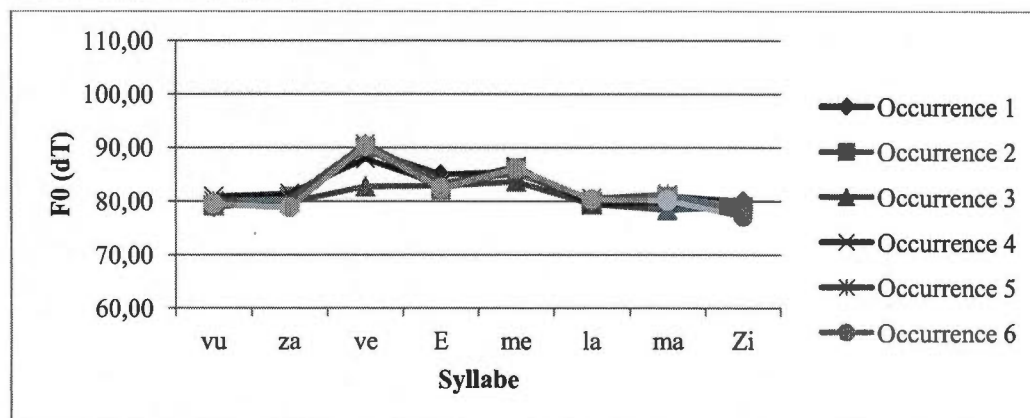


Figure C.76 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « magie », participant Sourd 2, implant en marche

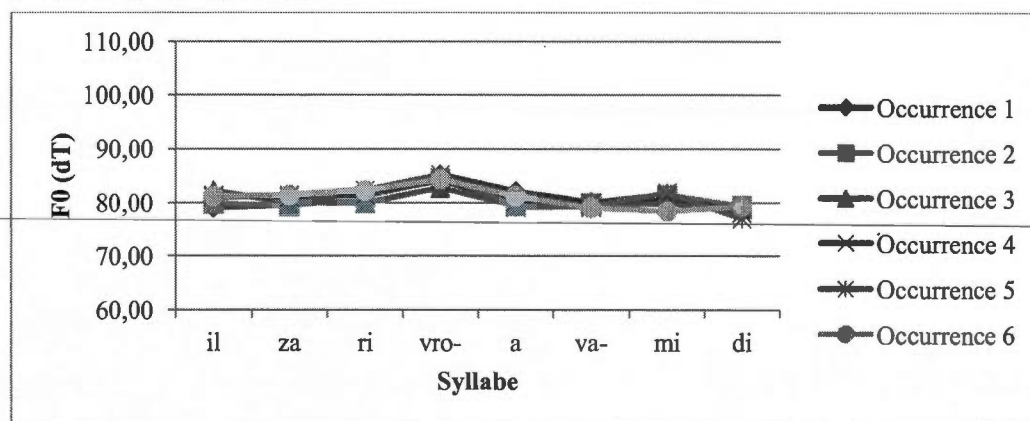


Figure C.77 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « midi », participant Sourd 2, implant en marche



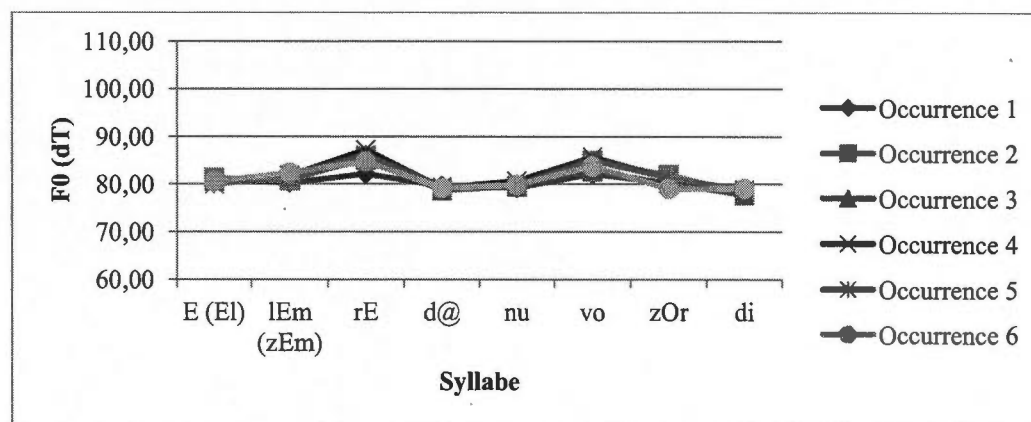


Figure C.78 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « ordis », participant Sourd 2, implant en marche

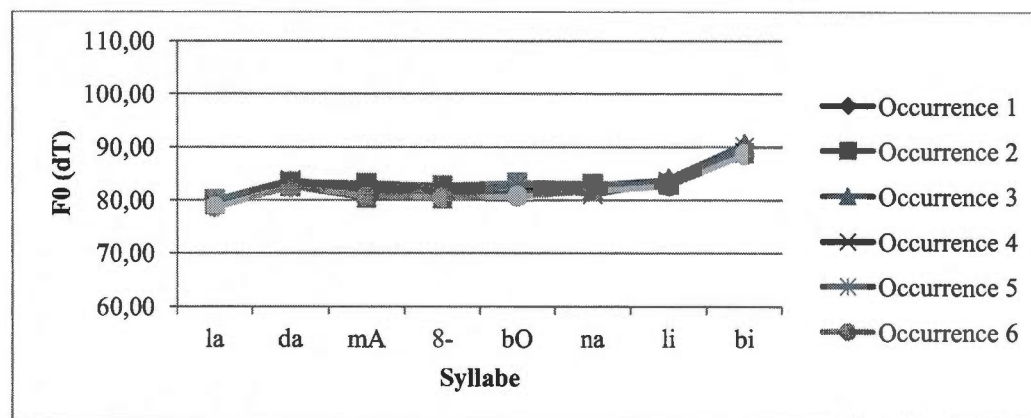


Figure C.79 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « alibi », participant Sourd 2, implant en marche

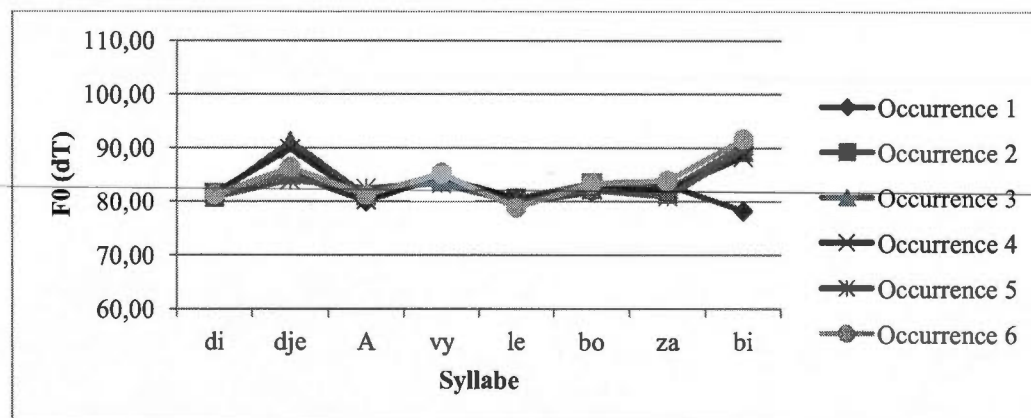


Figure C.80 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « habits », participant Sourd 2, implant en marche

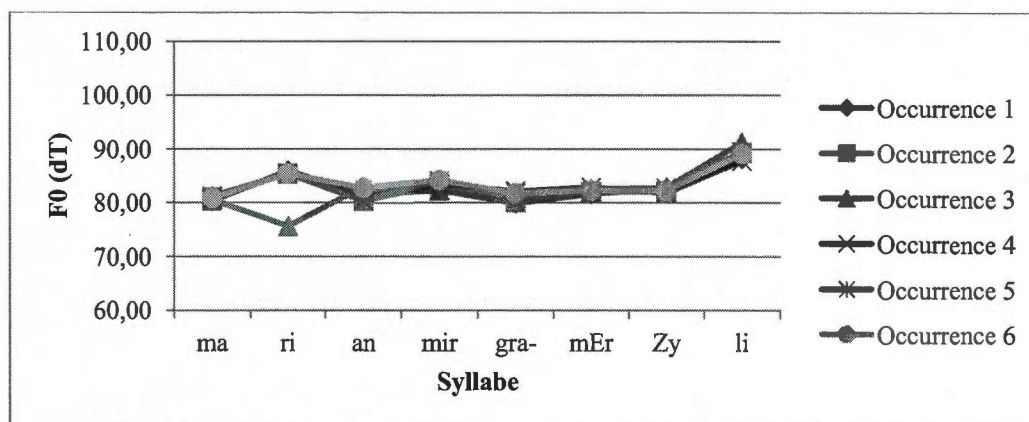


Figure C.81 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « julie », participant Sourd 2, implant en marche

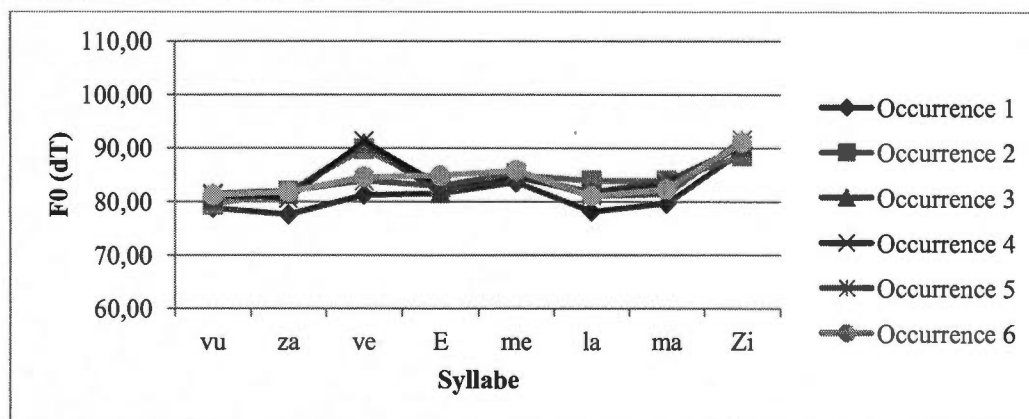


Figure C.82 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « magie », participant Sourd 2, implant en marche

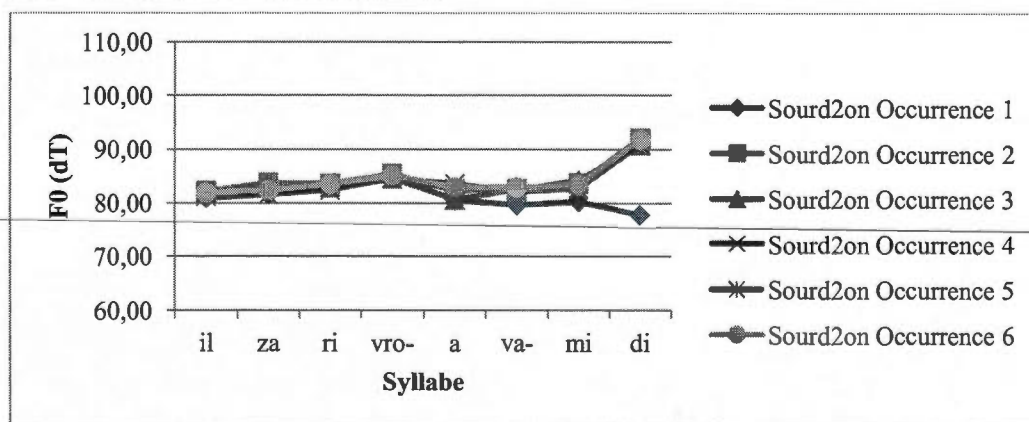


Figure C.83 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « midi », participant Sourd 2, implant en marche

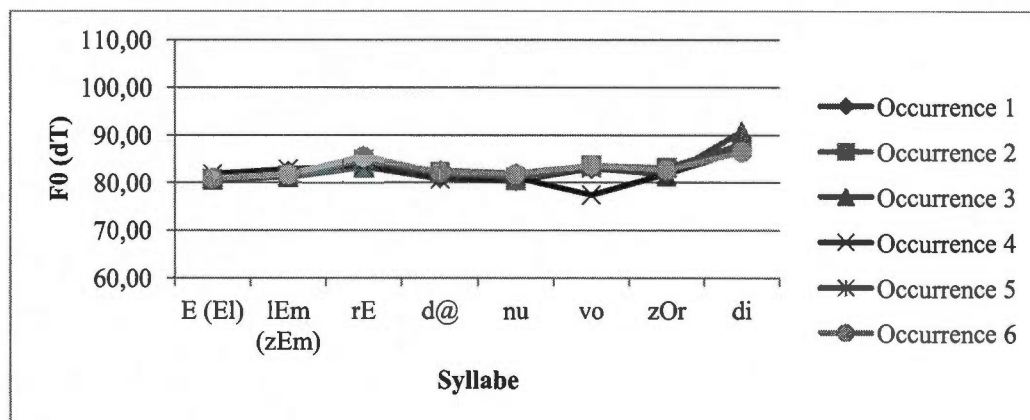


Figure C.84 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « ordis », participant Sourd 2, implant en marche

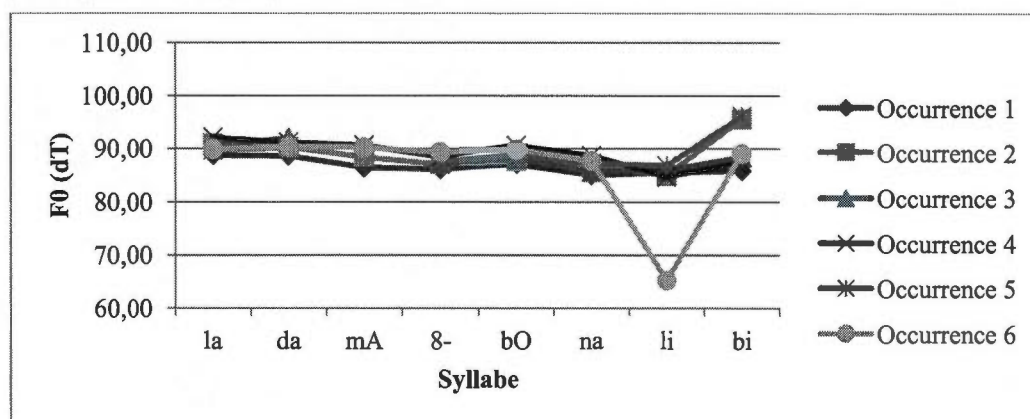


Figure C.85 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « alibi », participant Sourd 3, implant éteint

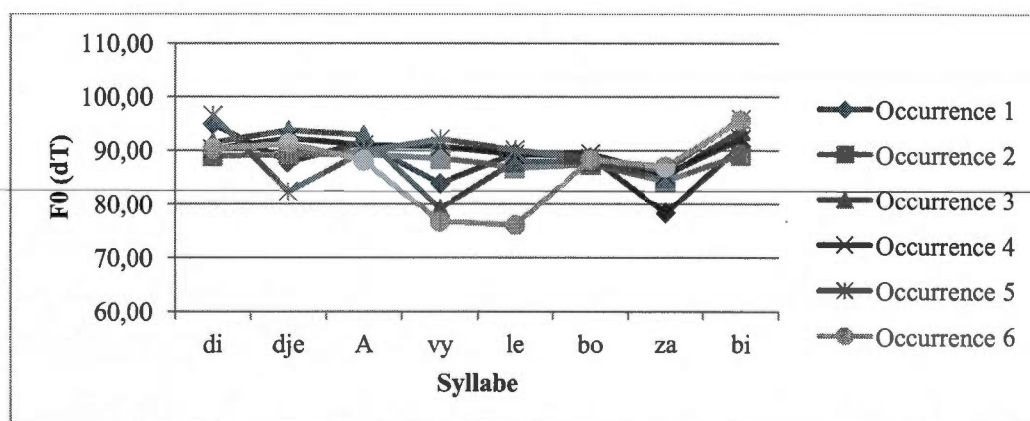


Figure C.86 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « habits », participant Sourd 3, implant éteint

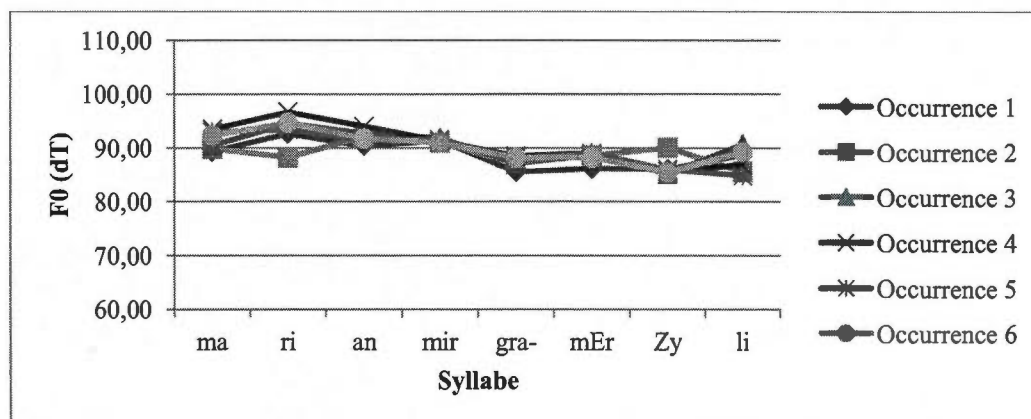


Figure C.87 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « julie », participant Sourd 3, implant éteint

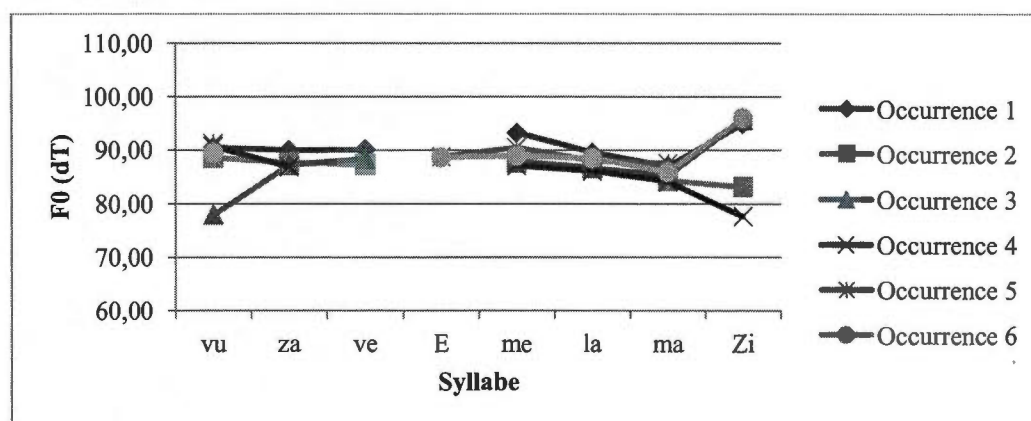


Figure C.88 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « magie », participant Sourd 3, implant éteint

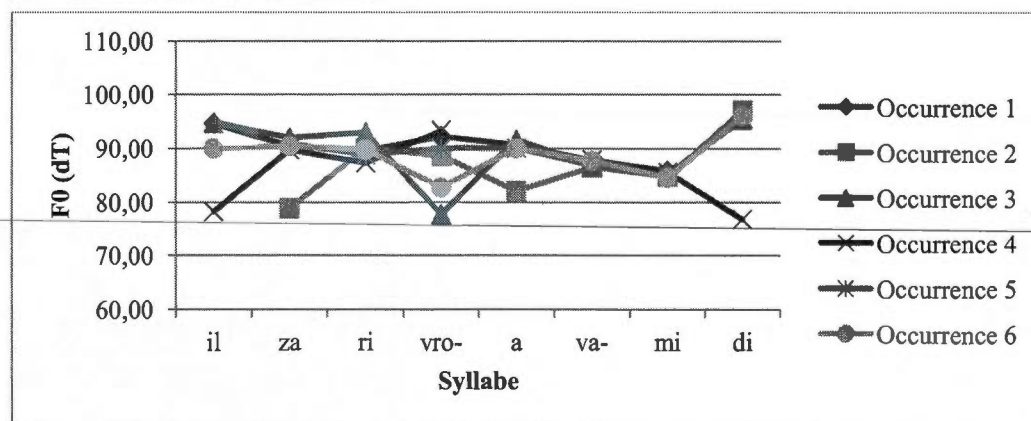


Figure C.89 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « midi », participant Sourd 3, implant éteint



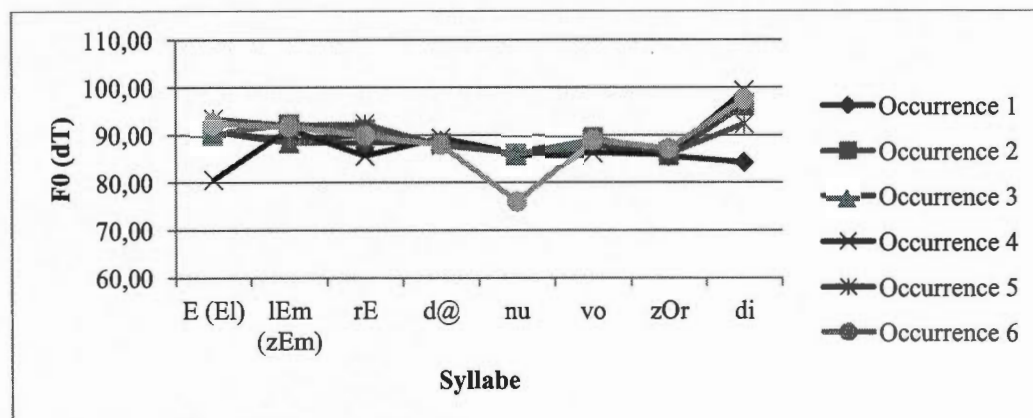


Figure C.90 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « ordis », participant Sourd 3, implant éteint

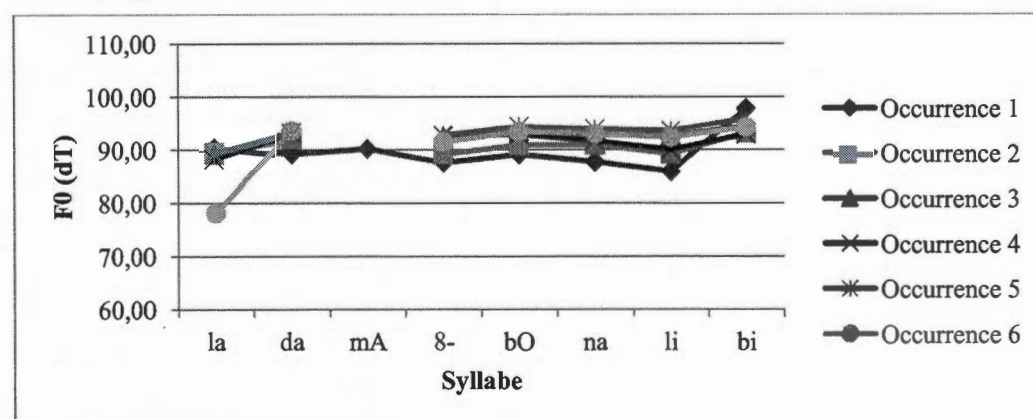


Figure C.91 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « alibi », participant Sourd 3, implant éteint

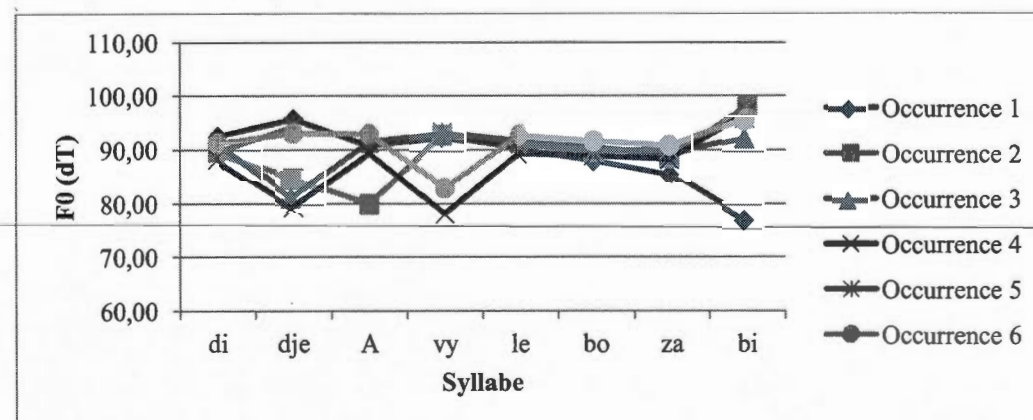


Figure C.92 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « habits », participant Sourd 3, implant éteint



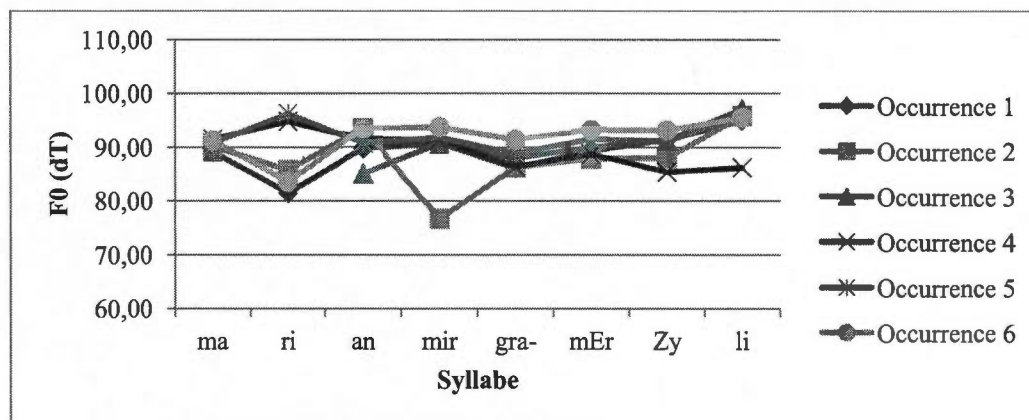


Figure C.93 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « julie », participant Sourd 3, implant éteint

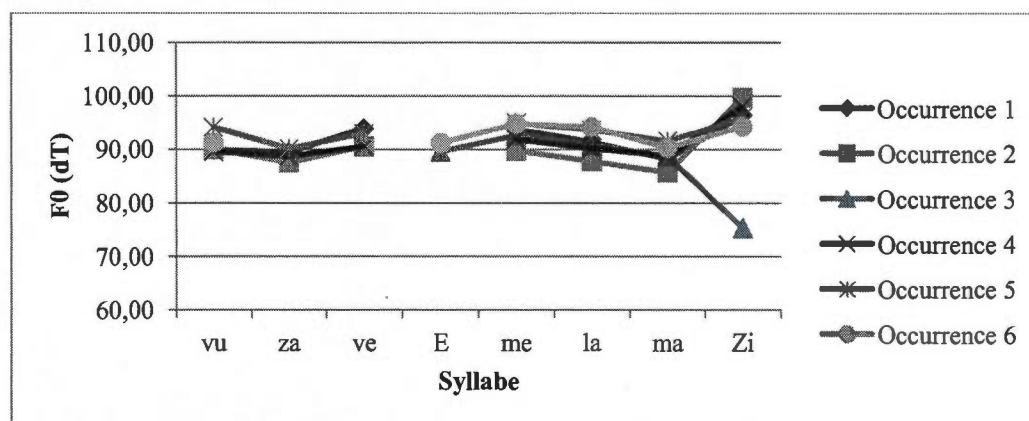


Figure C.94 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « magie », participant Sourd 3, implant éteint

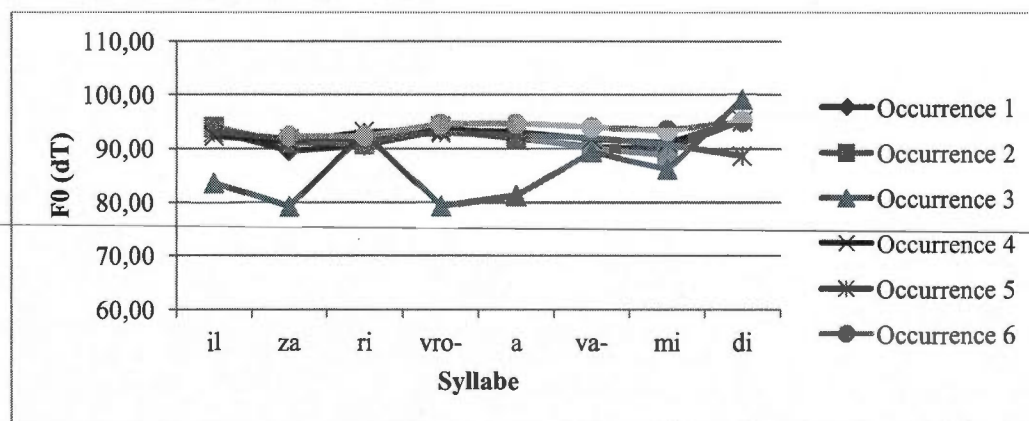


Figure C.95 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « midi », participant Sourd 3, implant éteint

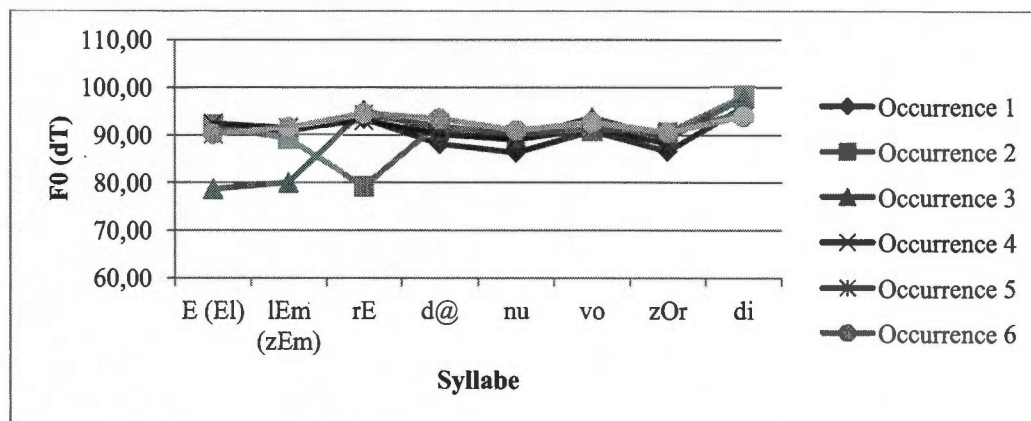


Figure C.96 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « ordis », participant Sourd 3, implant éteint

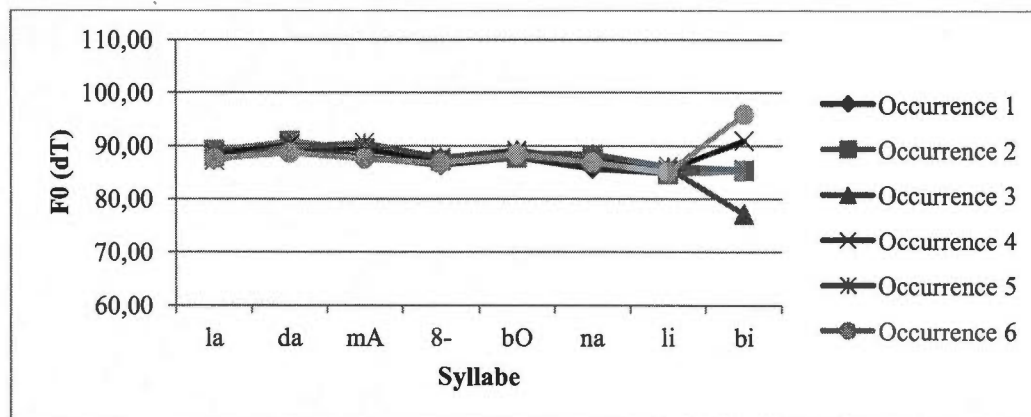


Figure C.97 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « alibi », participant Sourd 3, implant en marche

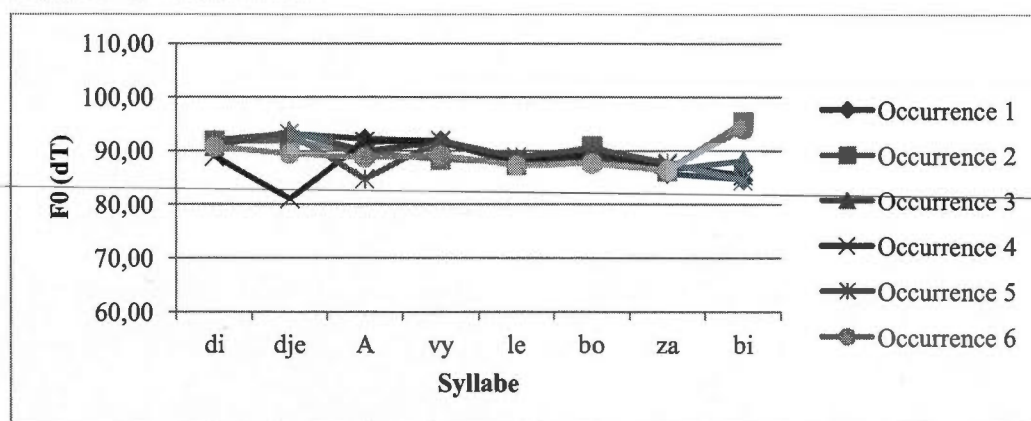


Figure C.98 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « habits », participant Sourd 3, implant en marche

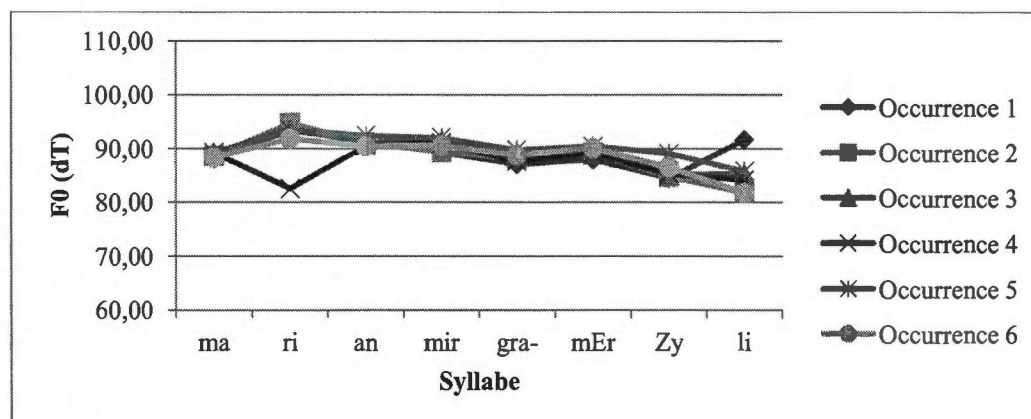


Figure C.99 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « julie », participant Sourd 3, implant en marche

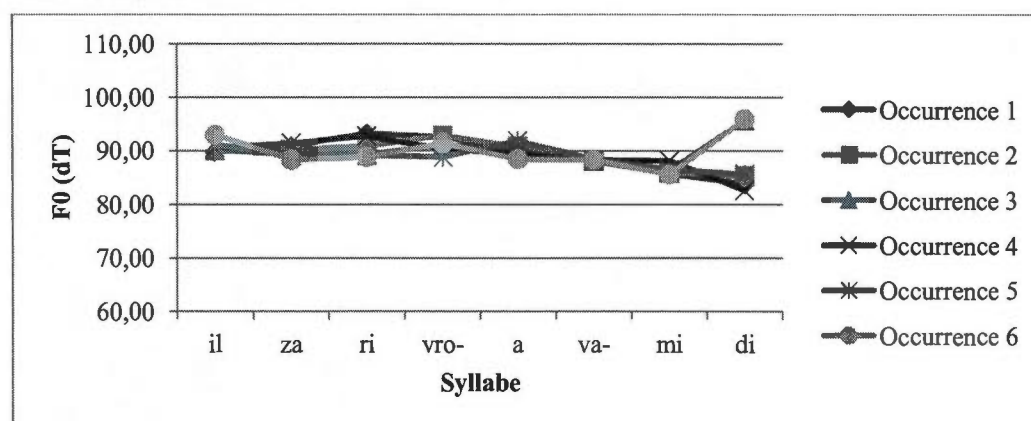


Figure C.100 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « midi », participant Sourd 3, implant en marche

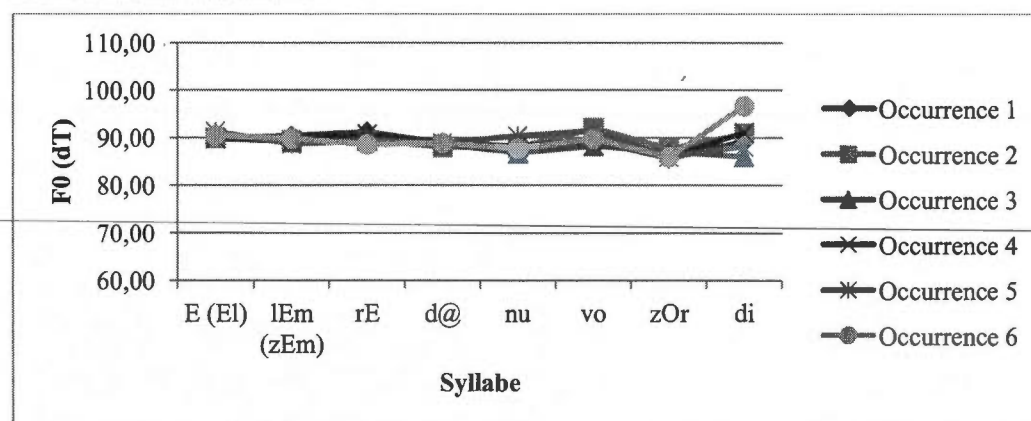


Figure C.101 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « ordis », participant Sourd 3, implant en marche

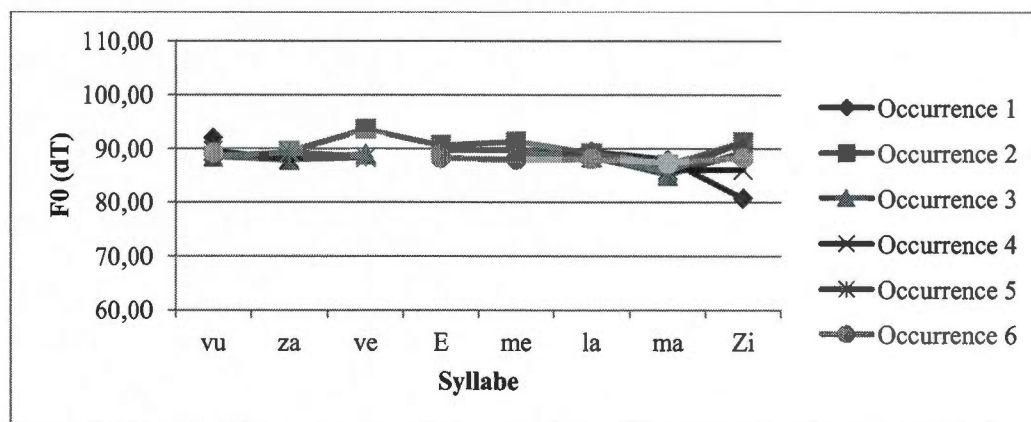


Figure C.102 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé assertif « magie », participant Sourd 3, implant en marche

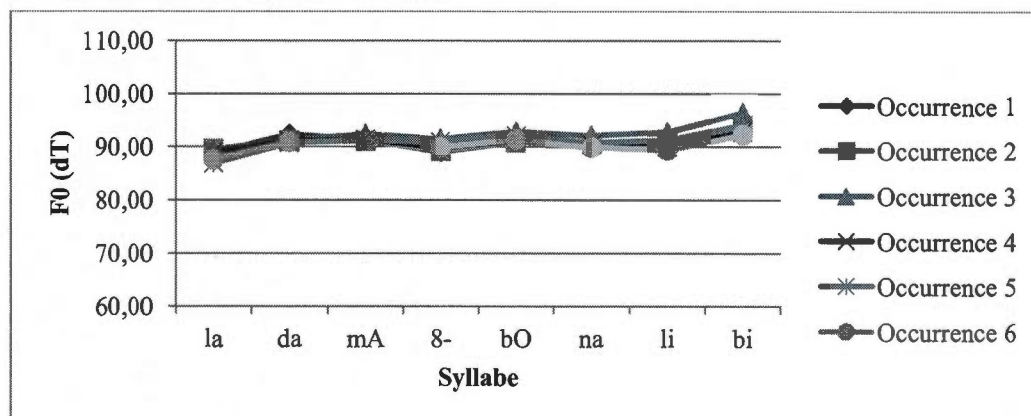


Figure C.103 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « alibi », participant Sourd 3, implant en marche

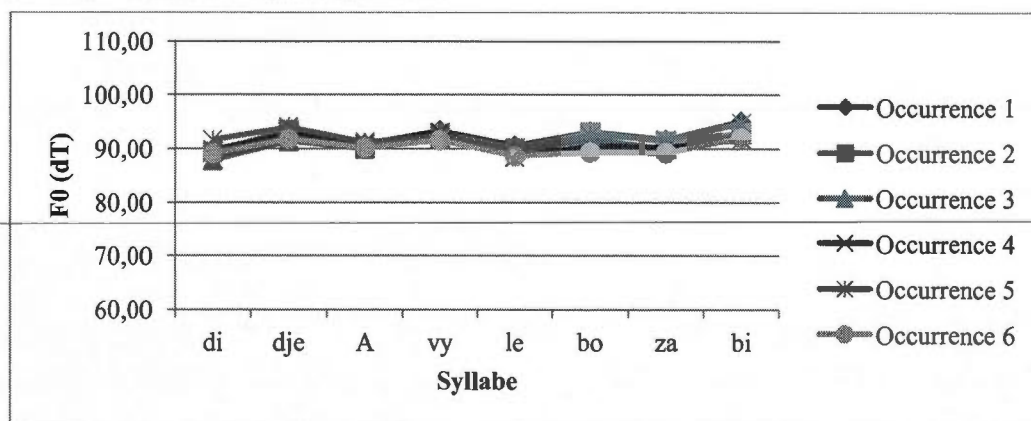


Figure C.104 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « habits », participant Sourd 3, implant en marche



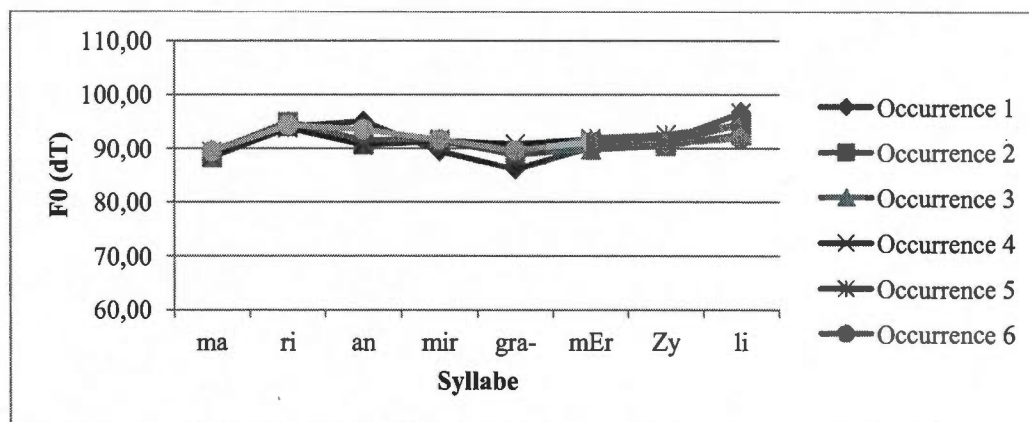


Figure C.105 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « julie », participant Sourd 3, implant en marche

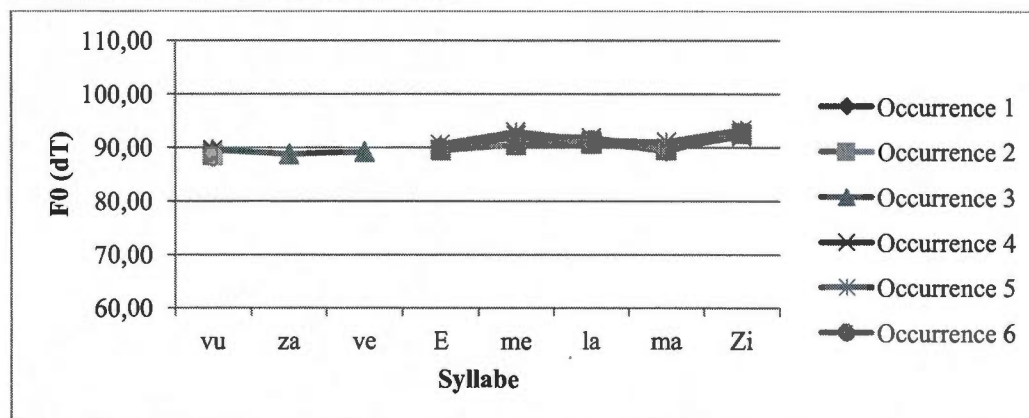


Figure C.106 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « magie », participant Sourd 3, implant en marche

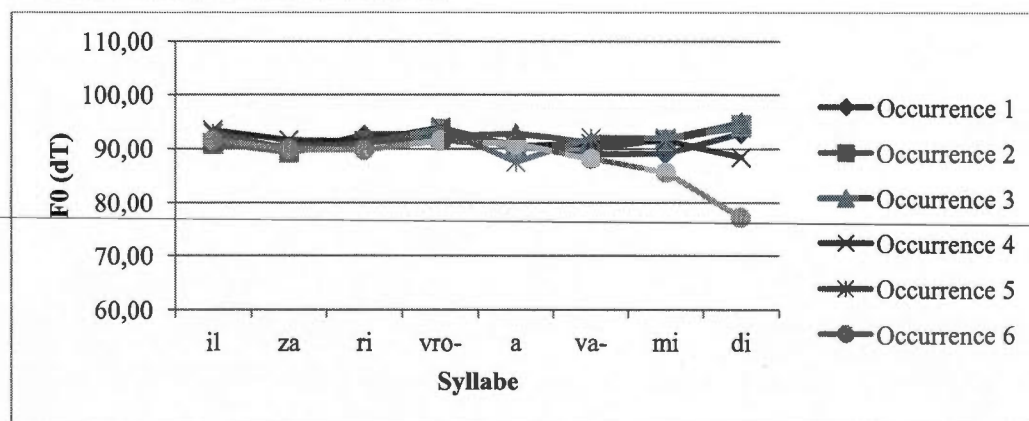
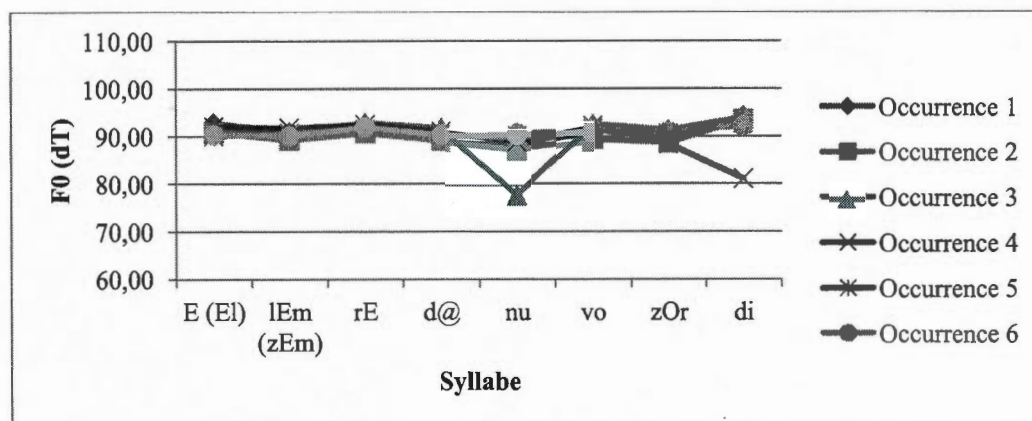


Figure C.107 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « midi », participant Sourd 3, implant en marche





**Figure C.108 - Courbes de F0 pour les six occurrences de l'énoncé interrogatif « ordis », participant Sourd 3, implant en marche**

## APPENDICE D

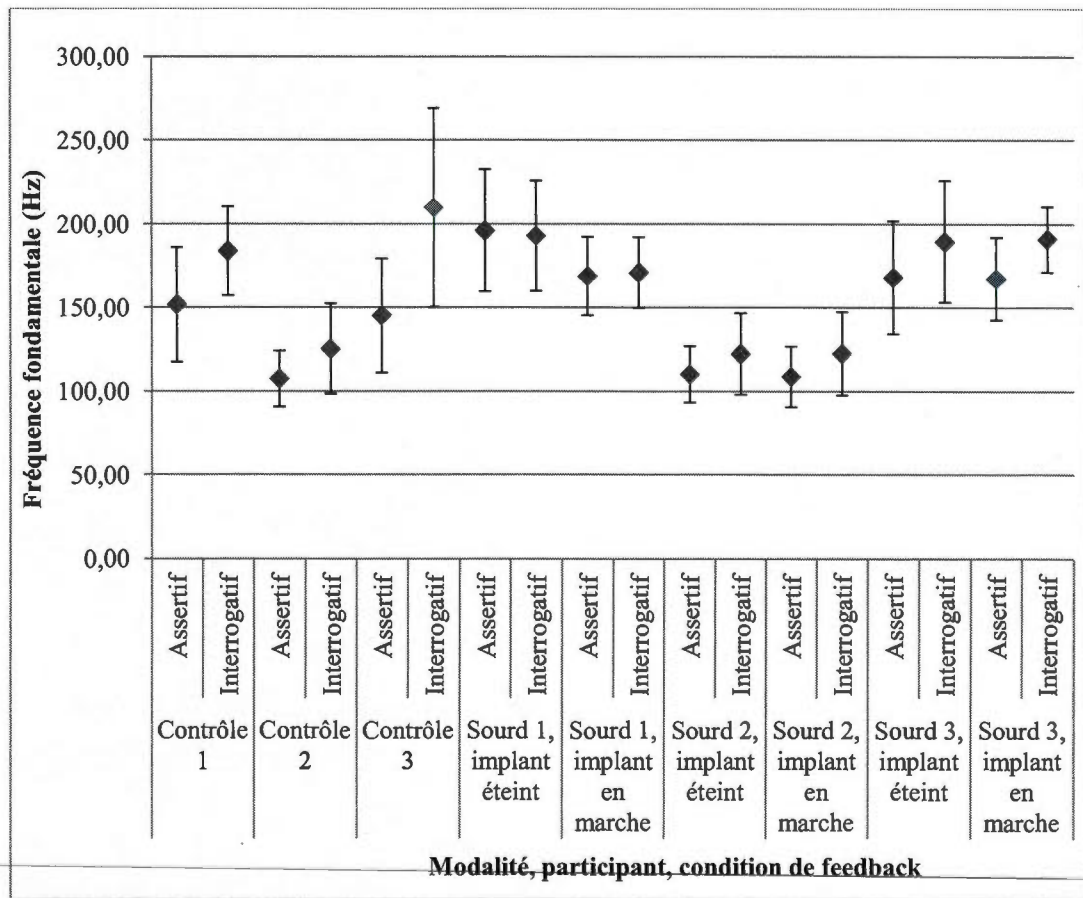


Figure D.1 - Fréquence fondamentale moyenne (en Hertz) et écarts-types moyens pour les énoncés par modalité, par participant, par condition de *feedback*

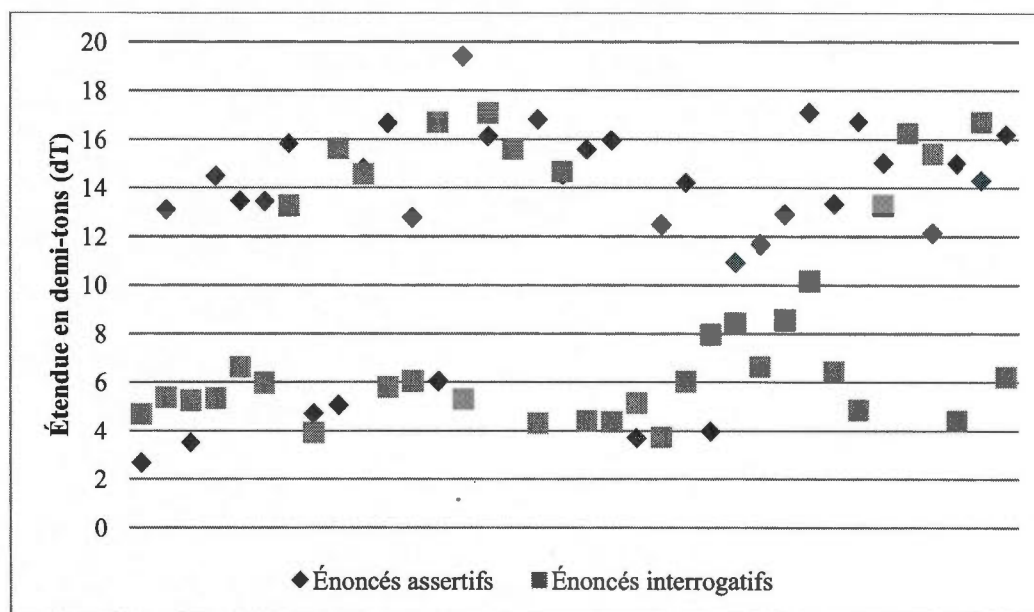


Figure D.2 - Étendue de la fréquence fondamentale dans les énoncés du locuteur Contrôle 1, par modalité

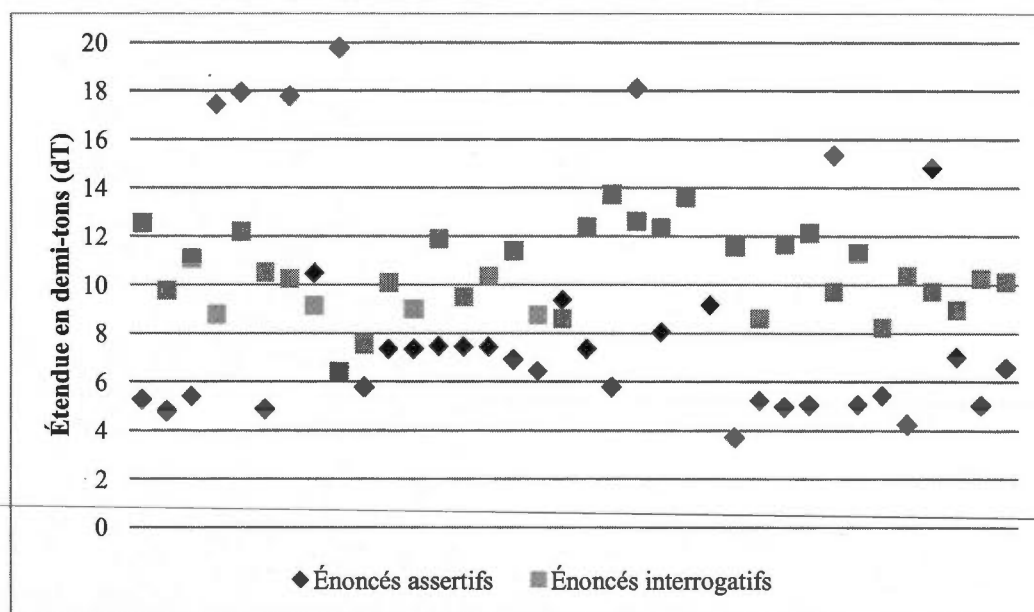


Figure D.3 - Étendue de la fréquence fondamentale dans les énoncés du locuteur Contrôle 2, par modalité

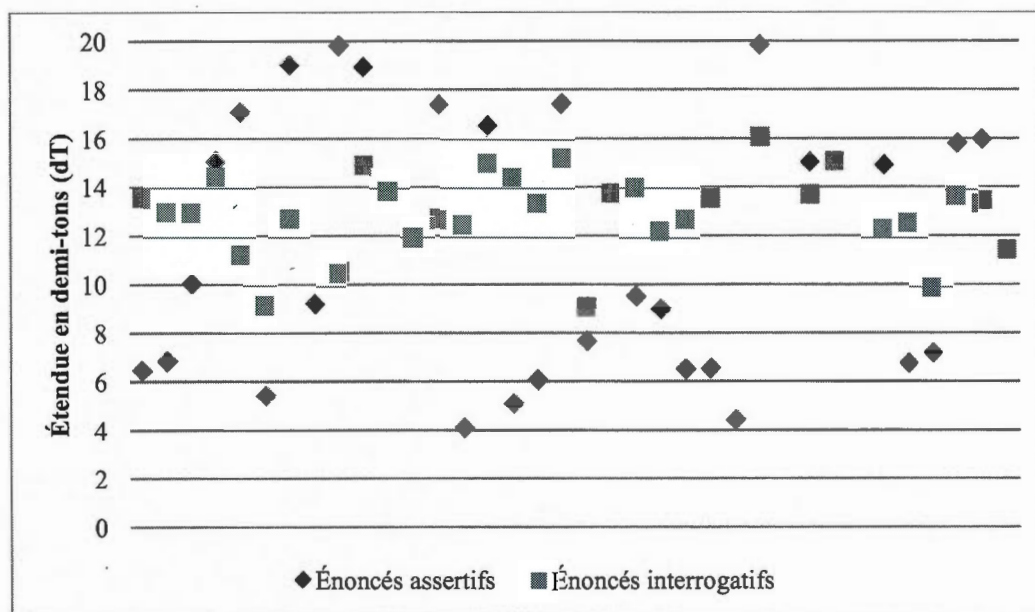


Figure D.4 - Étendue de la fréquence fondamentale dans les énoncés du locuteur Contrôle 3, par modalité

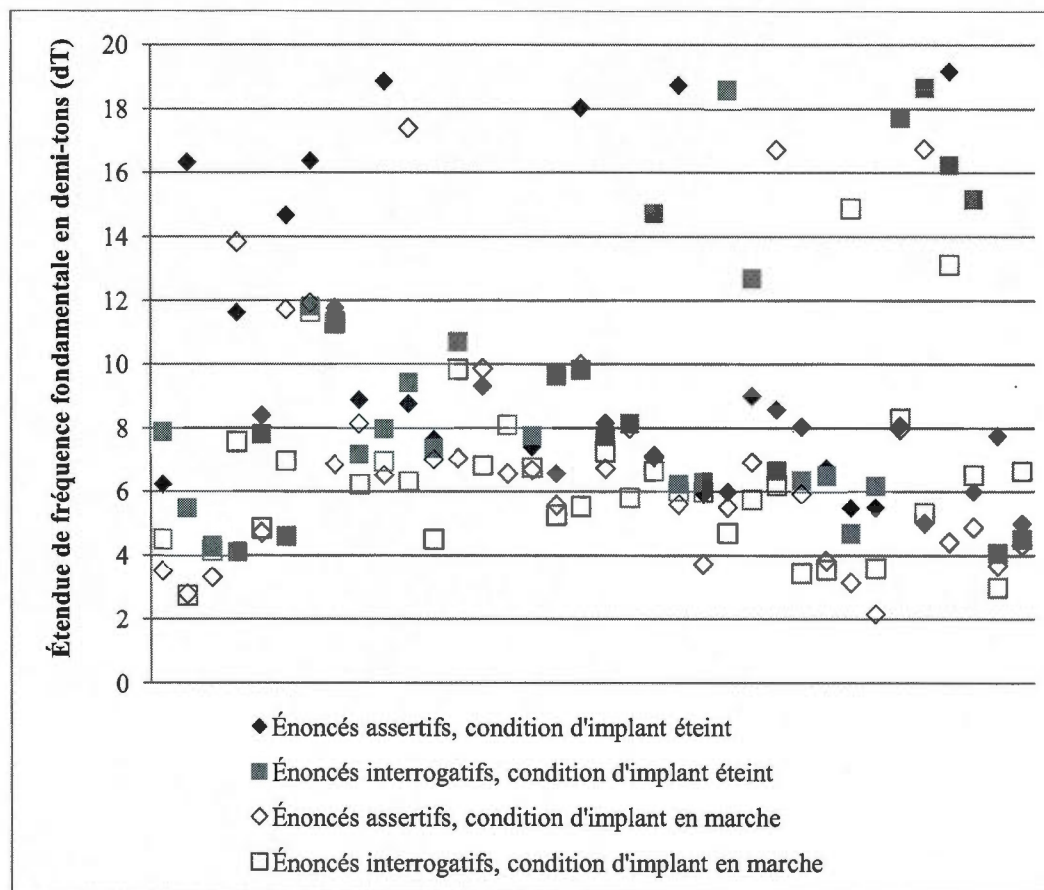
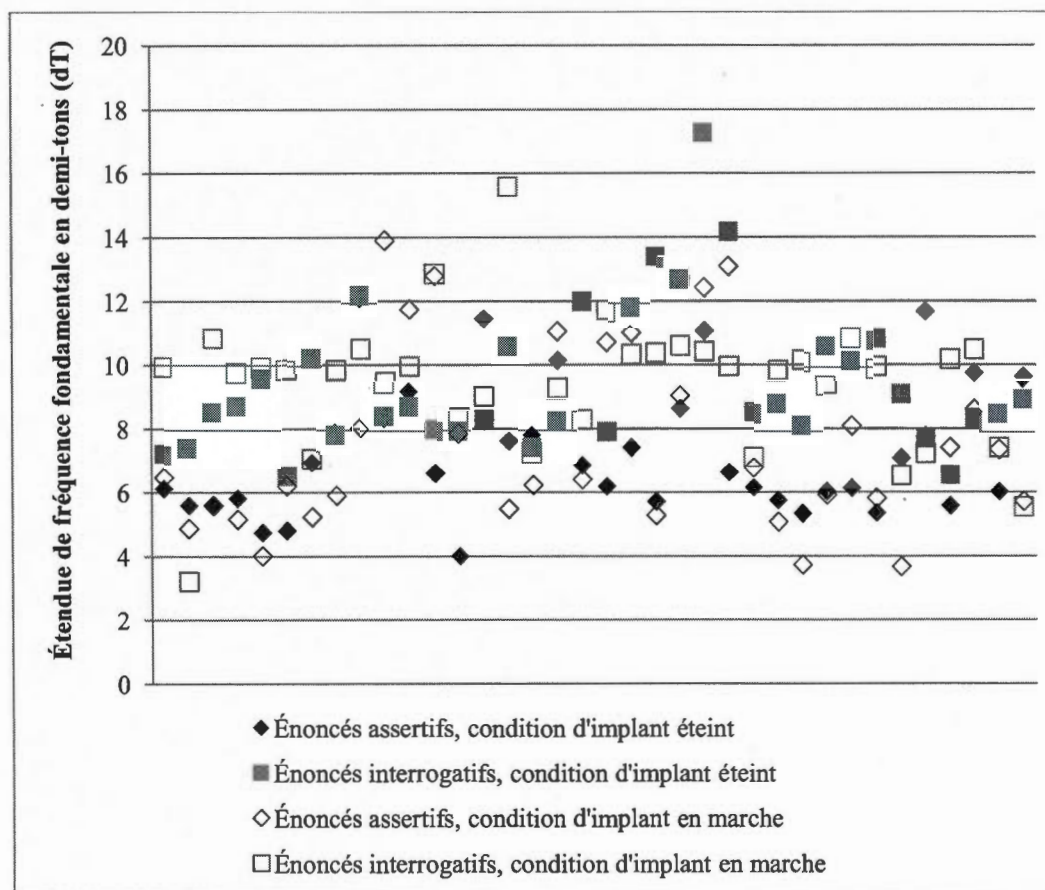
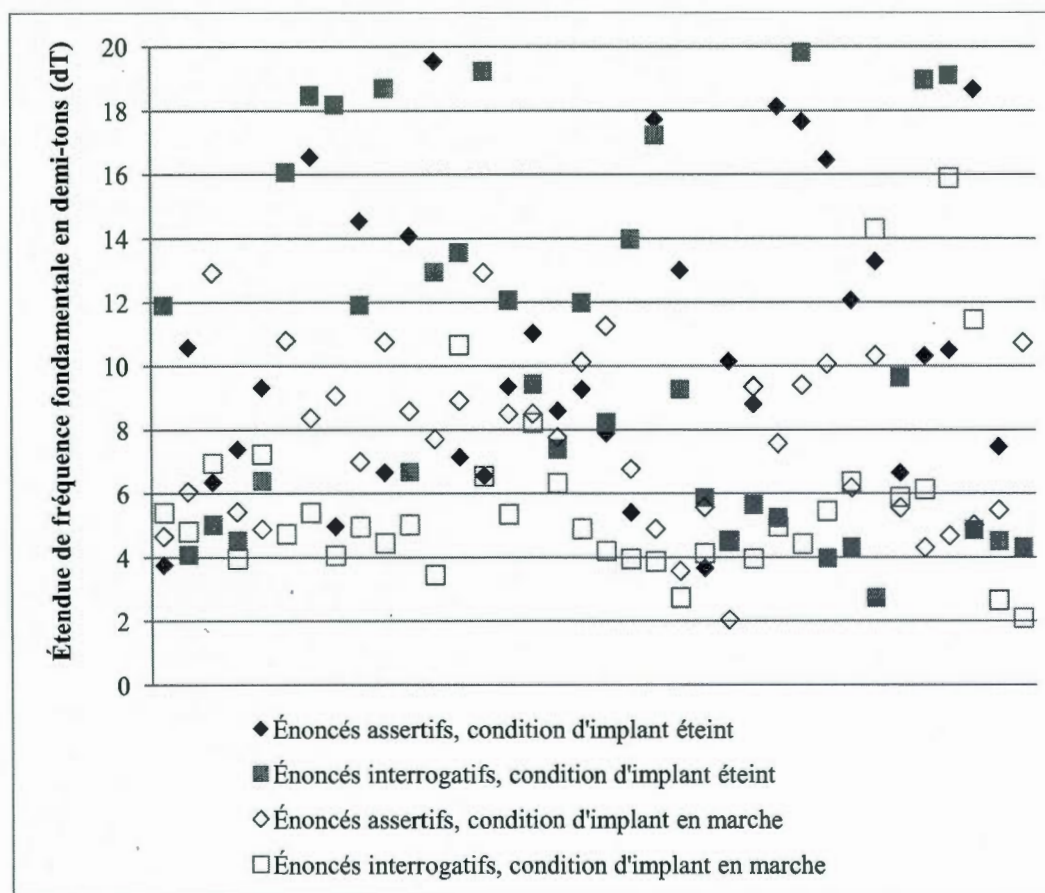


Figure D.5 - Étendue de la fréquence fondamentale dans les énoncés du locuteur Sourd 1, par modalité et par condition de *feedback*





**Figure D.6 - Étendue de la fréquence fondamentale pour les énoncés du locuteur Sourd 2, par modalité et par condition de *feedback***



**Figure D.7 - Étendue de la fréquence fondamentale pour les énoncés du locuteur Sourd 3, par modalité et par condition de *feedback***

## APPENDICE E

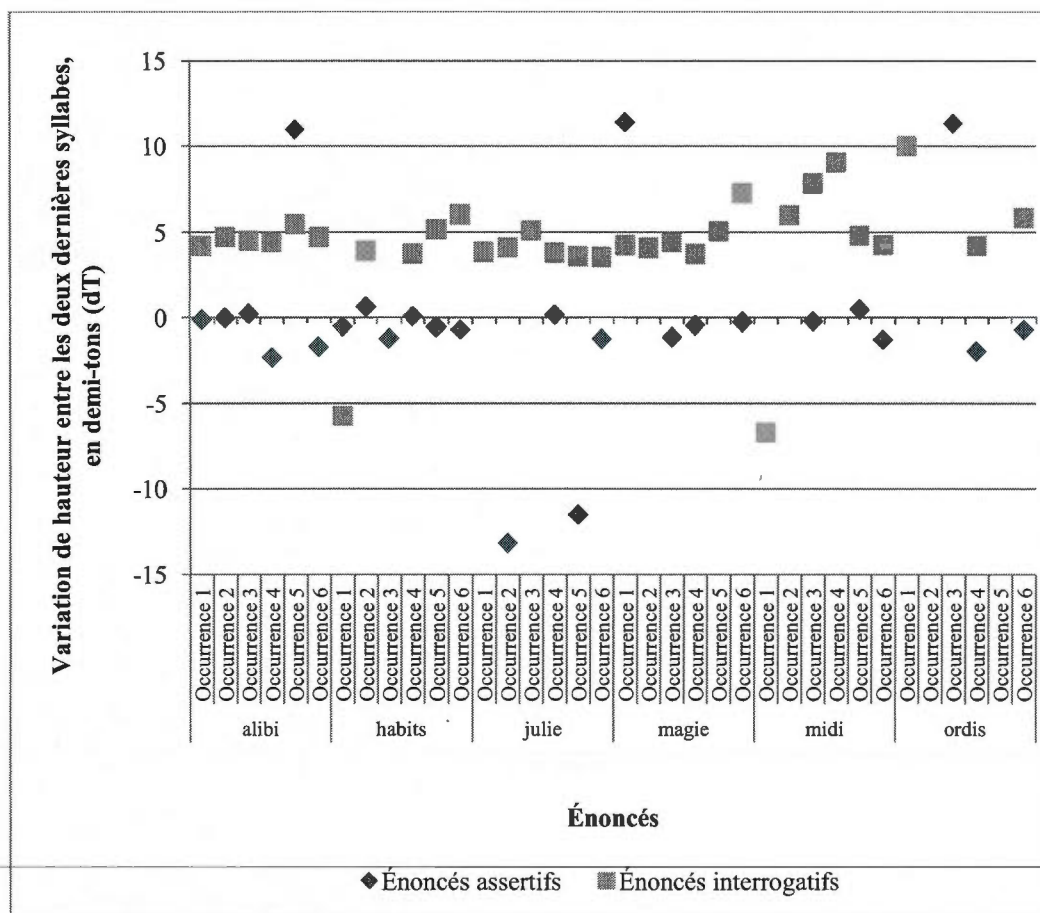


Figure E.1 - Variations de hauteur entre les deux dernières syllabes, en demi-tons (dT), chez le locuteur Contrôle 1

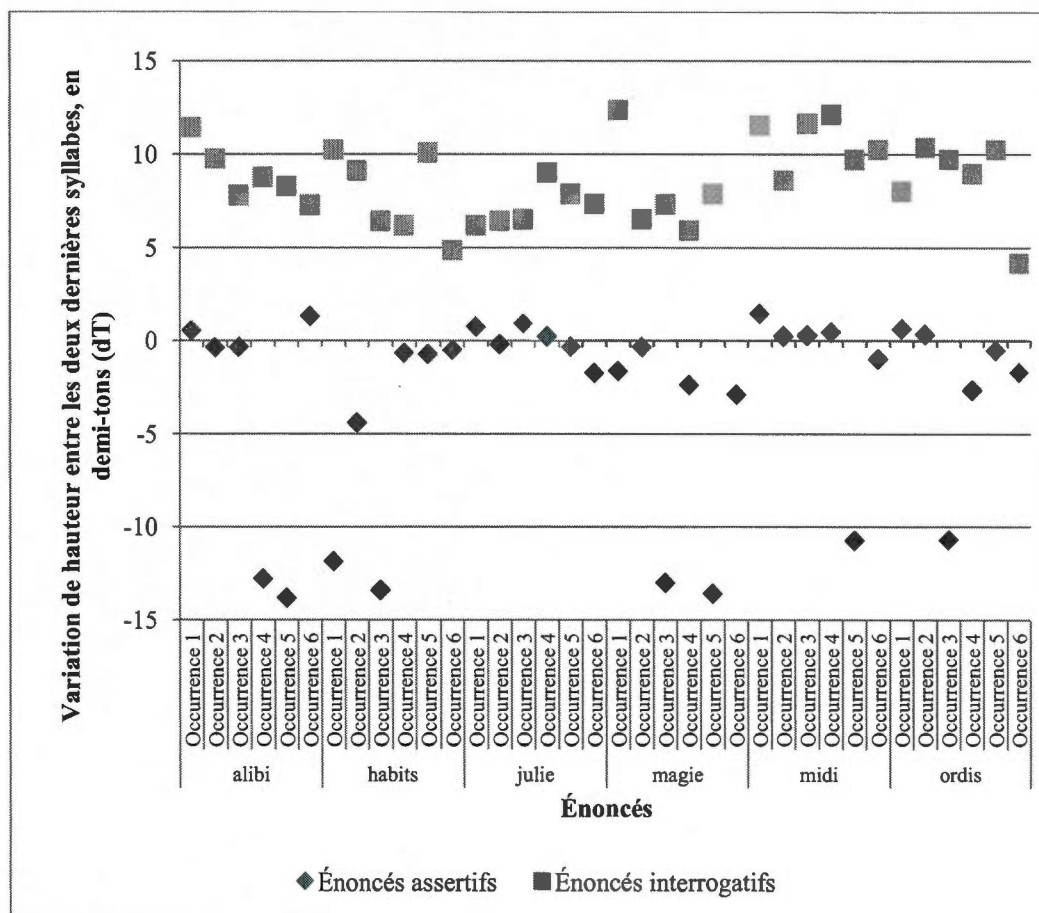


Figure E.2 - Variations de hauteur entre les deux dernières syllabes, en demi-tons (dT), chez le locuteur Contrôle 2

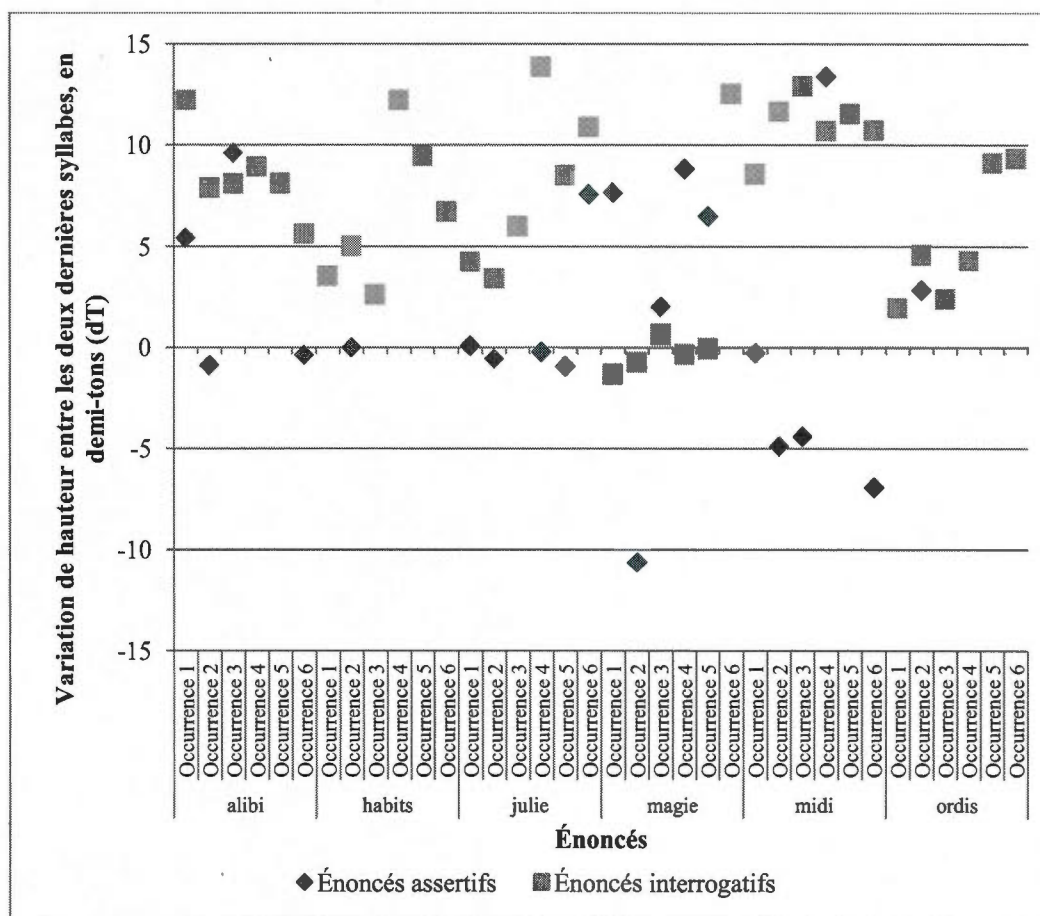


Figure E.3 - Variations de hauteur entre les deux dernières syllabes, en demi-tons (dT), chez le locuteur Contrôle 3



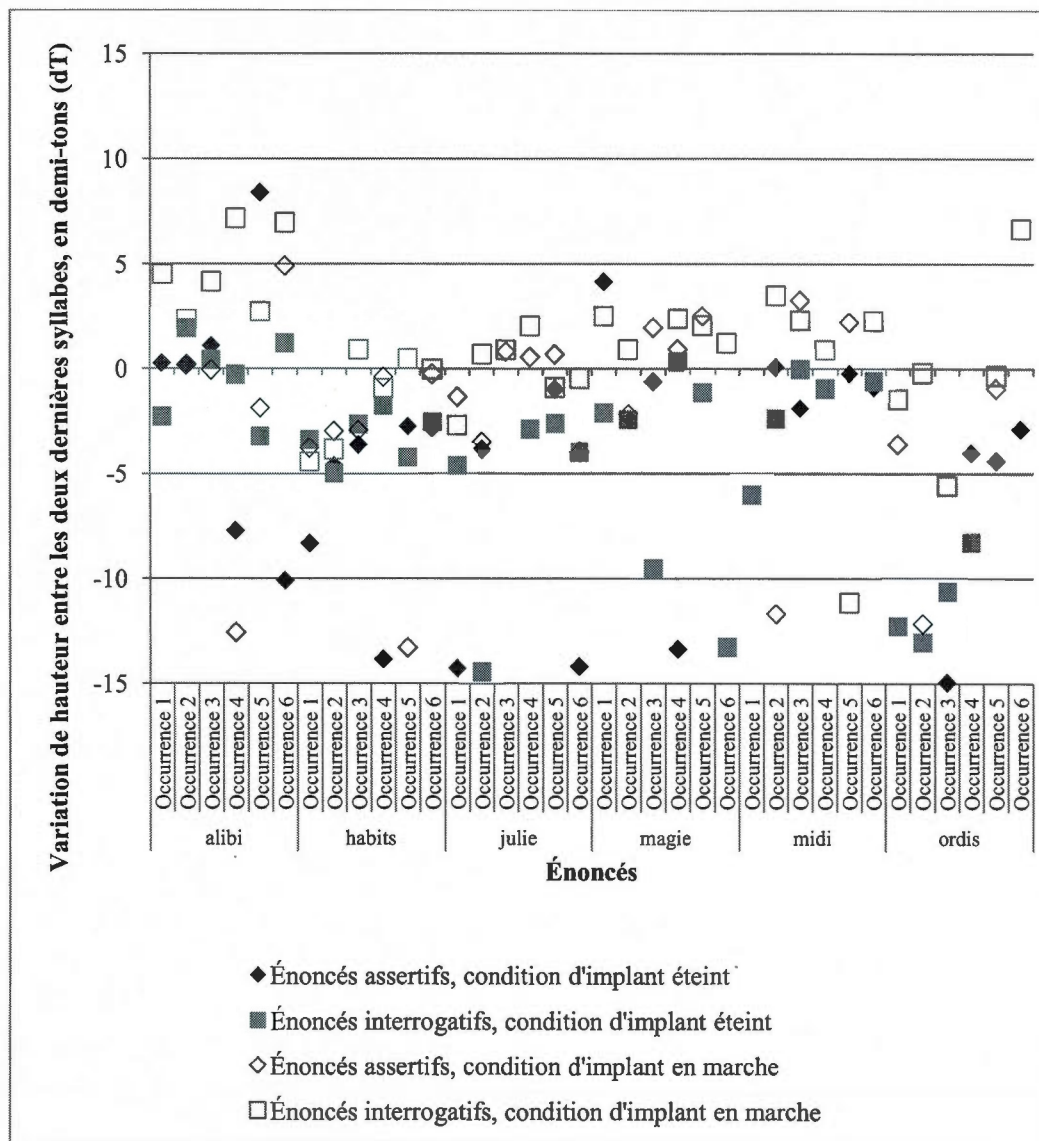
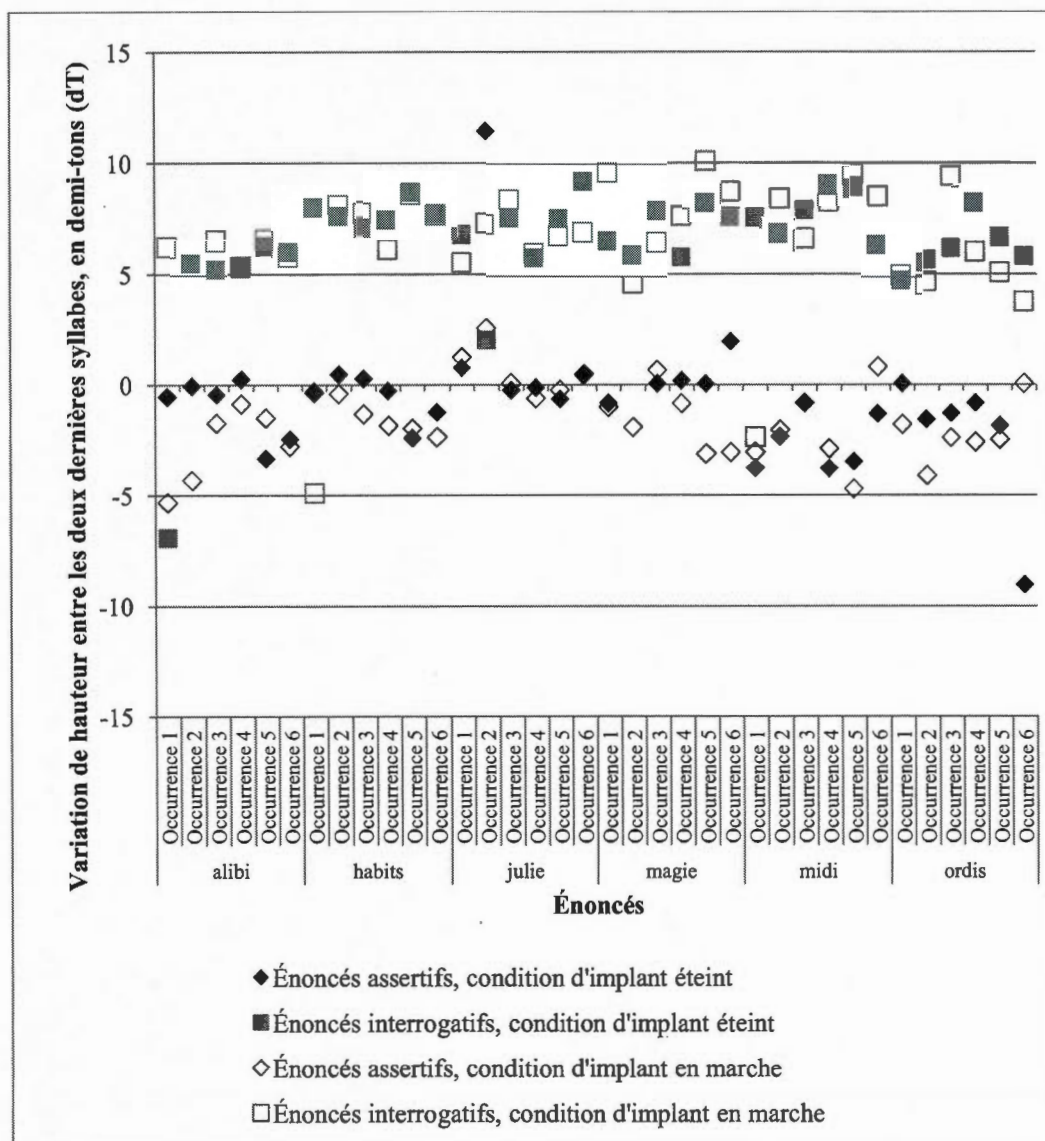
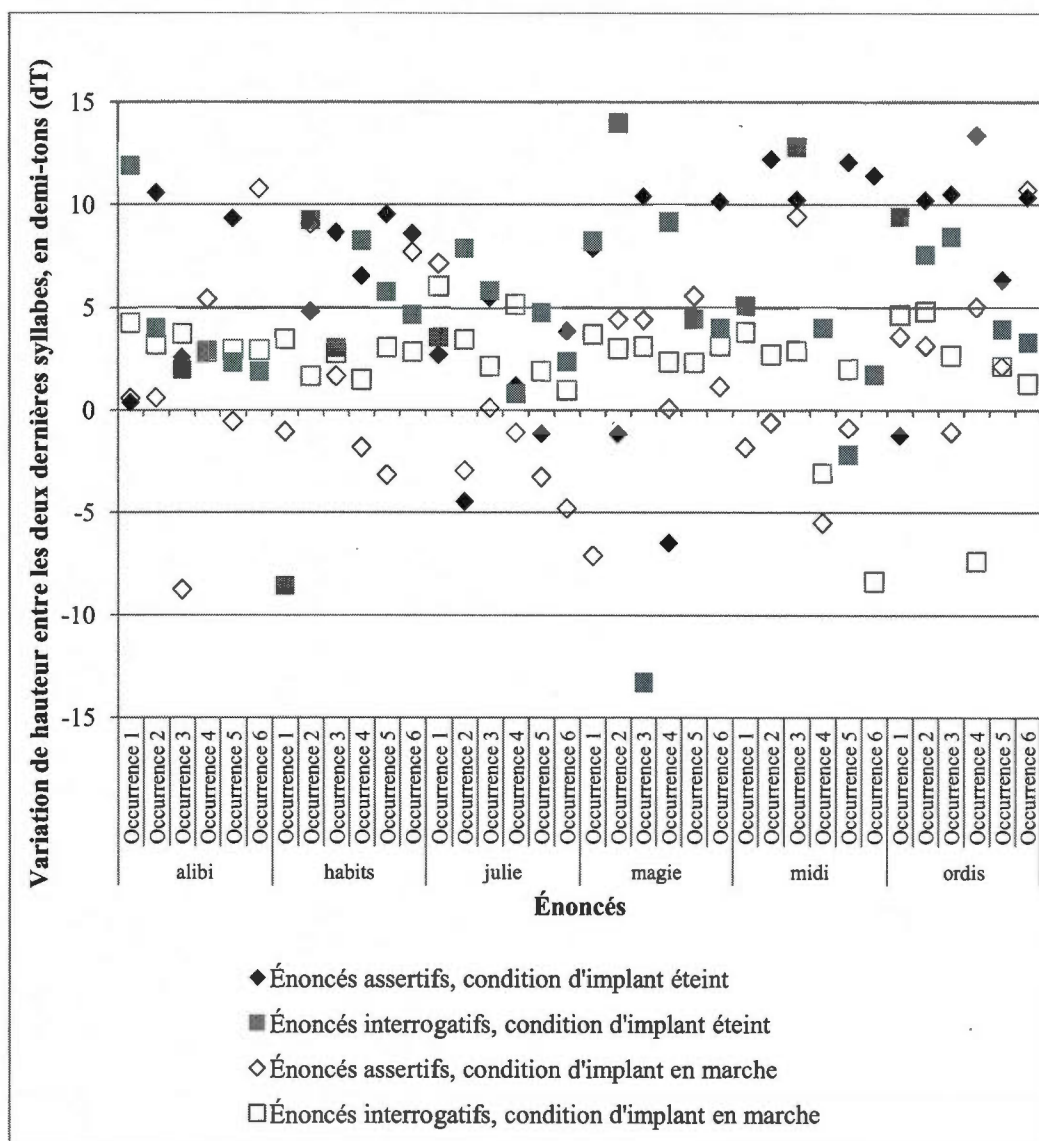


Figure E.4 - Variations de hauteur entre les deux dernières syllabes, en demi-tons (dT), chez le locuteur Sourd I



**Figure E.5 - Variations de hauteur entre les deux dernières syllabes, en demi-tons (dT), chez le locuteur Sourd 2**



**Figure E.6 - Variations de hauteur entre les deux dernières syllabes, en demi-tons (dT), chez le locuteur Sourd 3**

## APPENDICE F

**Tableau F.1 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 1**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,107	0,081	0,097	0,103	0,097	0,090
2	0,171	0,147	0,167	0,153	0,185	0,148
3				0,056		0,048
4	0,205	0,158	0,203	0,161	0,200	0,154
5	0,076	0,078	0,086	0,076	0,088	0,080
6	0,066	0,088	0,076	0,085	0,104	0,078
7	0,080	0,068	0,077	0,066	0,066	0,063
8	0,133	0,137	0,072	0,175	0,141	0,108

**Tableau F.2 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 1**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,081	0,056	0,080	0,074	0,086	0,084
2	0,209	0,119	0,133	0,187	0,136	0,127
3	0,105	0,114	0,123	0,127	0,188	0,079
4	0,077	0,089	0,077	0,074	0,073	0,086
5	0,082	0,064	0,087	0,074	0,067	0,081
6	0,104	0,083	0,107	0,113	0,104	0,110
7	0,076	0,083	0,073	0,073	0,090	0,084
8	0,084	0,088	0,103	0,095	0,105	0,088

**Tableau F.3 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 1**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,167	0,132	0,155	0,154	0,142	0,109
2	0,098	0,119	0,149	0,139	0,127	0,130
3	0,091	0,107	0,074	0,090	0,096	0,086
4	0,144	0,146	0,166	0,103	0,092	0,081
5	0,136	0,128	0,138	0,097	0,099	0,095
6	0,109	0,078	0,089	0,119	0,093	0,066
7	0,056	0,054	0,049	0,099	0,059	0,092
8	0,098	0,112	0,047	0,063	0,113	0,081

**Tableau F.4 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 1**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,035	0,020	0,025	0,019	0,030	0,040
2	0,097	0,108	0,089	0,092	0,097	0,077
3	0,118	0,183	0,164	0,162	0,121	0,081
4	0,126				0,095	0,096
5	0,100	0,085	0,057	0,083	0,072	0,085
6	0,075	0,084	0,081	0,068	0,069	0,063
7	0,120	0,099	0,127	0,088	0,107	0,108
8	0,068	0,075	0,109	0,082	0,045	0,090

**Tableau F.5 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 1**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,088	0,068	0,106	0,130	0,081	0,098
2	0,076	0,097	0,097	0,100	0,080	0,080
3	0,071	0,086	0,070	0,107	0,066	0,068
4	0,129	0,086	0,131	0,122	0,125	0,155
5	0,101	0,090	0,109	0,111	0,071	0,070
6	0,102	0,087	0,106	0,085	0,069	0,103
7	0,031	0,063	0,081	0,040	0,043	0,062
8	0,052	0,063	0,100	0,091	0,099	0,107



**Tableau F.6 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 1**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,100	0,106	0,113	0,107	0,097	0,101
2	0,095	0,089	0,092	0,089	0,082	0,079
3	0,115	0,122	0,118	0,109	0,109	0,108
4	0,070	0,070	0,068	0,069	0,072	0,071
5	0,069	0,086	0,090	0,089	0,068	0,082
6	0,050	0,064	0,090	0,066	0,072	0,068
7	0,056	0,064	0,069	0,061	0,057	0,057
8	0,068	0,117	0,108	0,092	0,069	0,062

**Tableau F.7 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 1**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,093	0,094	0,105	0,098	0,092	0,095
2	0,138	0,144	0,146	0,148	0,146	0,140
3	0,093	0,071		0,037		
4	0,078	0,145	0,202	0,176	0,211	0,237
5	0,072	0,091	0,093	0,094	0,081	0,097
6	0,083	0,093	0,095	0,066	0,074	0,081
7	0,099	0,057	0,082	0,067	0,064	0,067
8	0,178	0,147	0,136	0,140	0,156	0,170

**Tableau F.8 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 1**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,058	0,062	0,054	0,082	0,080	0,067
2	0,144	0,169	0,096	0,092	0,096	0,123
3	0,114	0,085	0,128	0,126	0,100	0,130
4	0,095	0,111	0,059	0,080	0,048	0,091
5	0,087	0,073	0,077	0,076	0,064	0,081
6	0,113	0,104	0,124	0,101	0,110	0,115
7	0,108	0,097	0,073	0,074	0,076	0,080
8	0,171	0,126	0,152	0,163	0,171	0,177

**Tableau F.9 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 1**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,107	0,156	0,148	0,130	0,115	0,102
2	0,129	0,129	0,131	0,121	0,154	0,102
3	0,094	0,093	0,084	0,081	0,091	0,088
4	0,111	0,096	0,103	0,098	0,095	0,095
5	0,145	0,079	0,094	0,111	0,063	0,088
6	0,082	0,077	0,064	0,087	0,070	0,076
7	0,086	0,083	0,068	0,084	0,064	0,089
8	0,118	0,138	0,141	0,127	0,100	0,067

**Tableau F.10 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 1**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1		0,038	0,053	0,037	0,016	0,039
2	0,081	0,123	0,089	0,098	0,084	0,100
3	0,179	0,110	0,186	0,207	0,180	0,200
4		0,079				
5	0,085	0,086	0,087	0,088	0,082	0,088
6	0,064	0,064	0,075	0,069	0,068	0,062
7	0,099	0,110	0,105	0,114	0,097	0,112
8	0,150	0,111	0,125	0,128	0,149	0,126

**Tableau F.11 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 1**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,129	0,105	0,093	0,075	0,121	0,086
2	0,098	0,093	0,094	0,073	0,046	0,076
3	0,091	0,094	0,053	0,074	0,062	0,068
4	0,122	0,124	0,102	0,119	0,106	0,146
5	0,071	0,084	0,081	0,050	0,076	0,079
6	0,091	0,063	0,063	0,078	0,080	0,090
7	0,087	0,039	0,038	0,062	0,052	0,055
8	0,120	0,136	0,151	0,165	0,082	0,147

**Tableau F.12 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 1**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,122	0,123	0,148	0,098	0,134	0,105
2	0,078	0,095	0,078	0,091	0,084	0,089
3	0,102	0,103	0,124	0,121	0,087	0,104
4	0,054	0,060	0,067	0,084	0,072	0,068
5	0,070	0,109	0,051	0,121	0,043	0,069
6	0,062	0,060	0,080	0,086	0,081	0,078
7	0,078	0,060	0,082	0,071	0,060	0,068
8	0,190	0,109	0,105	0,120	0,100	0,134

**Tableau F.13 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 2**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,086	0,082	0,080	0,077	0,078	0,061
2	0,136	0,098	0,118	0,096	0,139	0,127
3	0,132	0,083	0,090	0,052	0,134	
4	0,155	0,094	0,149	0,140	0,145	0,235
5	0,079	0,078	0,071	0,077	0,082	0,083
6	0,065	0,066	0,068	0,073	0,077	0,071
7	0,062	0,082	0,058	0,057	0,079	0,058
8	0,084	0,062	0,073	0,057	0,102	0,062

**Tableau F.14 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 2**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,071	0,065	0,076	0,074	0,070	0,083
2	0,122	0,141	0,213	0,120	0,115	0,058
3	0,109	0,149	0,110	0,101	0,117	0,136
4	0,086	0,096	0,167	0,062	0,084	0,074
5	0,065	0,068	0,069	0,075	0,054	0,078
6	0,101	0,087	0,070	0,096	0,099	0,100
7	0,086	0,076	0,084	0,075	0,078	0,070
8	0,075	0,105	0,067	0,089	0,064	0,038

**Tableau F.15 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 2**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,108	0,105	0,108	0,109	0,098	0,101
2	0,078	0,096	0,066	0,053	0,110	0,067
3	0,064	0,074	0,061	0,083	0,072	0,075
4	0,087	0,075	0,096	0,058	0,080	0,085
5	0,094	0,073	0,089	0,091	0,088	0,101
6	0,086	0,085	0,093	0,084	0,069	0,096
7	0,055	0,054	0,044	0,050	0,058	0,056
8	0,069	0,047	0,052	0,091	0,092	0,080

**Tableau F.16 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 2**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,101	0,041	0,105	0,085	0,083	0,093
2	0,087	0,093	0,089	0,087	0,085	0,093
3	0,185	0,130	0,164	0,071	0,082	0,089
4	0,104	0,101	0,105	0,079	0,084	0,072
5	0,060	0,091	0,072	0,083	0,079	0,046
6	0,058	0,055	0,077	0,061	0,054	0,077
7	0,087	0,085	0,083	0,084	0,081	0,086
8	0,054	0,045	0,053	0,052	0,056	0,060

**Tableau F.17 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 2**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,051	0,026	0,047	0,050	0,037	0,066
2	0,110	0,100	0,097	0,101	0,098	0,084
3	0,067	0,071	0,053	0,057	0,060	0,054
4	0,140	0,135	0,157	0,154	0,173	0,102
5	0,094	0,148	0,143	0,124	0,103	0,097
6	0,095	0,091	0,100	0,074	0,088	0,076
7	0,045	0,046	0,067	0,061	0,056	0,056
8	0,055	0,054	0,056	0,067	0,050	0,063



**Tableau F.18 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 2**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,090	0,066	0,061	0,066	0,085	0,066
2	0,064	0,064	0,052	0,059	0,068	0,078
3	0,065	0,069	0,086	0,095	0,091	0,088
4				0,062		
5	0,067	0,054	0,056	0,065	0,060	0,054
6	0,077	0,057	0,072	0,103	0,076	0,070
7	0,088	0,100	0,060	0,070	0,074	0,074
8	0,064	0,078	0,079	0,073	0,059	0,066

**Tableau F.19 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 2**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,081	0,087	0,082	0,073	0,067	0,091
2	0,119	0,102	0,085	0,104	0,119	0,095
3	0,061	0,081	0,065	0,077	0,056	0,062
4	0,077	0,097	0,060	0,086	0,068	0,082
5	0,069	0,089	0,086	0,084	0,064	0,082
6	0,072	0,054	0,072	0,076	0,070	0,055
7	0,065	0,053	0,064	0,052	0,054	0,064
8	0,133	0,146	0,120	0,080	0,079	0,108

**Tableau F.20 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 2**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,058	0,065	0,080	0,062	0,060	0,081
2	0,105	0,095	0,090	0,120	0,101	0,078
3	0,126	0,095	0,088	0,092	0,092	0,078
4	0,074	0,073	0,093	0,087	0,064	0,074
5	0,056	0,058	0,081	0,063	0,070	0,064
6	0,101	0,094	0,102	0,084	0,073	0,068
7	0,071	0,082	0,078	0,085	0,073	0,074
8	0,102	0,116	0,112	0,133	0,066	0,076



**Tableau F.21 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 2**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,104	0,065	0,124	0,100	0,087	0,100
2	0,091	0,084	0,075	0,086	0,061	0,103
3	0,079	0,080	0,072	0,090	0,091	0,078
4	0,052	0,092	0,078	0,090	0,108	0,097
5	0,092	0,107	0,074	0,111	0,093	0,083
6	0,085	0,088	0,081	0,089	0,094	0,099
7	0,065	0,059	0,075	0,056	0,054	0,049
8	0,097	0,122	0,088	0,103	0,113	0,103

**Tableau F.22 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 2**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5
1	0,022	0,069	0,068	0,064	0,072
2	0,098	0,068	0,087	0,087	0,085
3	0,079	0,083	0,069	0,044	0,064
4	0,086	0,069	0,080	0,073	0,074
5	0,075	0,077	0,076	0,051	0,073
6	0,067	0,059	0,064	0,072	0,061
7	0,086	0,067	0,074	0,067	0,072
8	0,087	0,083	0,095	0,067	0,084

**Tableau F.23 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 2**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,062	0,048	0,036	0,055	0,076	0,064
2	0,094	0,091	0,094	0,084	0,072	0,089
3	0,072	0,072	0,070	0,071	0,068	0,061
4	0,096	0,123	0,126	0,120	0,102	0,113
5	0,131	0,077	0,080	0,100	0,091	0,081
6	0,108	0,106	0,095	0,123	0,096	0,107
7	0,077	0,074	0,058	0,081	0,061	0,070
8	0,108	0,085	0,108	0,110	0,108	0,110

**Tableau F.24 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 2**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,083	0,110	0,079	0,066	0,070	0,075
2	0,067	0,069	0,069	0,065	0,063	0,069
3	0,071	0,075	0,081	0,072	0,068	0,102
4						
5	0,056	0,045	0,045	0,046	0,039	0,049
6	0,096	0,080	0,072	0,073	0,068	0,075
7	0,066	0,059	0,078	0,035	0,068	0,070
8	0,112	0,122	0,078	0,066	0,074	0,103

**Tableau F.25 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 3**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,068	0,082	0,072	0,083	0,090	0,081
2	0,092	0,117	0,092	0,100	0,103	0,102
3	0,066		0,096	0,056		0,067
4	0,120	0,166	0,083	0,126	0,140	0,102
5	0,076	0,084	0,066	0,071	0,076	0,062
6	0,073	0,077	0,077	0,062	0,059	0,086
7	0,077	0,069	0,080	0,071	0,092	0,096
8	0,074	0,092	0,099	0,102	0,095	0,100

**Tableau 5.26 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 3**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,085	0,066	0,048	0,051	0,038	0,030
2	0,141	0,100	0,119	0,106	0,088	0,093
3	0,098	0,087	0,083	0,076	0,069	0,092
4	0,075	0,057	0,055	0,046	0,071	0,102
5	0,076	0,049	0,094	0,067	0,060	0,088
6	0,055	0,084	0,131	0,095	0,072	0,072
7	0,098	0,088	0,078	0,067	0,081	0,097
8	0,091	0,133	0,062	0,260	0,060	0,105

**Tableau F.27 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 3**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,077	0,098	0,102	0,107	0,104	0,082
2	0,088	0,111	0,112	0,102	0,106	0,074
3	0,066	0,055	0,057	0,075	0,077	0,081
4	0,116	0,129	0,120	0,062	0,111	0,119
5	0,080	0,108	0,075	0,094	0,072	0,077
6	0,101	0,098	0,104	0,113	0,090	0,092
7	0,047	0,058	0,057	0,049	0,044	0,045
8	0,111	0,077	0,080	0,082	0,125	0,139

**Tableau F.28 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 3**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,054	0,074	0,037	0,040	0,037	0,039
2	0,083	0,096	0,113	0,100	0,112	0,096
3	0,087	0,148	0,143	0,089	0,065	0,145
4	0,088			0,081	0,086	0,090
5	0,065	0,050	0,085	0,062	0,073	0,061
6	0,072	0,094	0,068	0,064	0,090	0,082
7	0,088	0,098	0,109	0,060	0,104	0,080
8	0,127	0,206	0,102	0,258	0,134	0,087

**Tableau F.29 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 3**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,070	0,075	0,073	0,063	0,079	0,051
2	0,134	0,061	0,094	0,090	0,096	0,091
3	0,076	0,056	0,050	0,073	0,076	0,063
4	0,111	0,110	0,119	0,112	0,112	0,111
5	0,125	0,074	0,105	0,087	0,067	0,086
6	0,103	0,089	0,112	0,093	0,116	0,096
7	0,086	0,051	0,095	0,060	0,075	0,051
8	0,089	0,043	0,072	0,054	0,041	0,083

**Tableau F.30 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité assertive, chez le locuteur Contrôle 3**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,108	0,086	0,081	0,122	0,074	0,077
2	0,098	0,055	0,073	0,087	0,077	0,049
3	0,127	0,100	0,106	0,090	0,087	0,082
4	0,053	0,053	0,068	0,068	0,059	0,057
5	0,064	0,081	0,062	0,069	0,052	0,037
6	0,068	0,102	0,049	0,088	0,066	0,094
7	0,085	0,072	0,055	0,065	0,073	0,061
8	0,096	0,076	0,117	0,076	0,091	0,077

**Tableau F.31 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 3**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,100	0,083	0,084	0,095	0,069	0,098
2	0,093	0,086	0,087	0,085	0,099	0,093
3	0,080					
4	0,114	0,116	0,141	0,146	0,121	0,135
5	0,066	0,060	0,059	0,073	0,058	0,065
6	0,090	0,092	0,071	0,076	0,086	0,076
7	0,065	0,142	0,083	0,074	0,079	0,084
8	0,138	0,191	0,186	0,181	0,159	0,114

**Tableau F.32 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 3**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,091	0,068	0,081	0,057	0,061	0,068
2	0,291	0,073	0,084	0,059	0,085	0,156
3	0,167	0,099	0,083	0,089	0,064	0,117
4	0,061	0,050	0,072	0,047	0,064	0,084
5	0,069	0,085	0,072	0,066	0,074	0,086
6	0,086	0,078	0,076	0,079	0,077	0,098
7	0,088	0,093	0,108	0,097	0,072	0,094
8	0,180	0,115	0,139	0,101	0,121	0,119



**Tableau F.33 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 3**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,110	0,122	0,104	0,137	0,110	0,123
2	0,125	0,132	0,101	0,140	0,107	0,108
3	0,088	0,116	0,070	0,084	0,070	0,077
4	0,071	0,104	0,095	0,073	0,094	0,088
5	0,090	0,080	0,086	0,086	0,089	0,104
6	0,120	0,112	0,117	0,155	0,114	0,138
7	0,087	0,058	0,072	0,082	0,085	0,052
8	0,164	0,144	0,156	0,129	0,171	0,185

**Tableau F.34 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 3**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,029		0,130	0,155	0,124	0,152
2	0,089	0,113	0,048	0,050	0,039	0,102
3	0,090	0,086	0,109	0,098	0,100	0,147
4						
5	0,083	0,095	0,146	0,094	0,150	0,065
6	0,057	0,078	0,064	0,059	0,062	0,065
7	0,062	0,069	0,073	0,066	0,068	0,103
8	0,103	0,092	0,113	0,109	0,093	0,127

**Tableau F.35 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 3**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,064	0,050	0,082	0,071	0,058	0,071
2	0,080	0,175	0,088	0,071	0,075	0,066
3	0,055	0,123	0,054	0,091	0,079	0,074
4	0,106	0,134	0,097	0,108	0,098	0,145
5	0,083	0,075	0,086	0,089	0,075	
6	0,109	0,088	0,113	0,081	0,086	0,085
7	0,077	0,075	0,075	0,064	0,067	0,065
8	0,162	0,133	0,121	0,174	0,149	0,135



**Tableau F.36 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordi », modalité interrogative, chez le locuteur Contrôle 3**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,085	0,089	0,091	0,099	0,079	0,063
2	0,046	0,057	0,064	0,080	0,062	0,071
3	0,085	0,092	0,102	0,105	0,085	0,080
4	0,078	0,063	0,080	0,088	0,087	0,092
5		0,055	0,049	0,077	0,045	0,066
6	0,073	0,077	0,082	0,093	0,075	0,087
7	0,068	0,069	0,063	0,066	0,049	0,089
8	0,127	0,088	0,131	0,155	0,160	0,152

**Tableau F.37 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,116	0,108	0,103	0,091	0,091	0,088
2	0,159	0,123	0,146	0,153	0,174	0,138
3	0,173	0,105	0,085	0,110	0,087	0,090
4	0,242	0,197	0,170	0,202	0,206	0,178
5	0,096	0,082	0,084	0,089	0,063	0,080
6	0,077	0,068	0,079	0,088	0,070	0,096
7	0,145	0,109	0,086	0,044	0,047	0,054
8	0,159	0,039	0,125	0,124	0,081	0,095

**Tableau F.38 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,087	0,093	0,111	0,083	0,078	0,111
2	0,312	0,183	0,164	0,218	0,182	0,160
3	0,142	0,136	0,111	0,106	0,114	0,121
4	0,199	0,200	0,087	0,086	0,157	0,132
5	0,068	0,066	0,087	0,065	0,071	0,086
6	0,116	0,148	0,104	0,119	0,125	0,118
7	0,089	0,079	0,101	0,099	0,109	0,098
8	0,114	0,101	0,078	0,081	0,096	0,145

**Tableau F.39 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,134	0,111	0,086	0,130	0,124	0,130
2	0,220	0,195	0,146	0,128	0,167	0,135
3	0,086	0,072	0,068	0,081	0,076	0,071
4	0,161	0,128	0,114	0,100	0,111	0,082
5	0,096	0,099	0,119	0,114	0,126	0,122
6	0,159	0,144	0,150	0,130	0,119	0,129
7	0,038	0,047	0,076	0,047	0,050	0,076
8	0,123	0,043	0,087	0,095	0,115	0,107

**Tableau F.40 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,047	0,062	0,048	0,036	0,075	0,056
2	0,131	0,116	0,104	0,106	0,104	0,108
3	0,130	0,125	0,117	0,131	0,098	0,124
4	0,120	0,087	0,074	0,083	0,083	0,079
5	0,110	0,135	0,124	0,160	0,086	0,165
6	0,081	0,054	0,064	0,063	0,073	0,078
7	0,145	0,102	0,093	0,102	0,146	0,106
8	0,096	0,114	0,083	0,099		

**Tableau F.41 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,096	0,102	0,073	0,082	0,054	0,082
2	0,132	0,132	0,104	0,137	0,137	0,127
3	0,115	0,110	0,104	0,079	0,082	0,061
4	0,153	0,229	0,270	0,290	0,261	0,159
5	0,078	0,134	0,098	0,095	0,094	0,079
6	0,113	0,115	0,143	0,109	0,118	0,114
7	0,086	0,143	0,129	0,058	0,091	0,095
8	0,063	0,104	0,071	0,097	0,105	0,117

**Tableau F.42 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,115	0,097	0,109	0,104	0,117	0,129
2	0,078	0,057	0,072	0,065	0,067	0,067
3	0,195	0,288	0,183	0,181	0,151	0,194
4	0,086	0,106	0,104	0,096	0,094	0,102
5	0,046	0,042	0,036	0,037	0,040	0,126
6	0,169	0,128	0,205	0,093	0,136	0,125
7	0,117	0,104	0,081	0,122	0,098	0,111
8	0,054	0,104	0,060	0,095	0,067	0,134

**Tableau F.43 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,115	0,113	0,092	0,095	0,088	0,093
2	0,157	0,140	0,157	0,141	0,185	0,143
3	0,155	0,097	0,075	0,098	0,103	0,069
4	0,142	0,160	0,183	0,165	0,200	0,163
5	0,078	0,090	0,087	0,084	0,099	0,072
6	0,083	0,083	0,085	0,082	0,073	0,069
7	0,060	0,069	0,056	0,057	0,064	0,072
8	0,083	0,115	0,104	0,032	0,101	0,136

**Tableau F.44 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,102	0,097	0,118	0,043	0,077	0,104
2	0,162	0,173	0,189	0,177	0,271	0,186
3	0,135	0,140	0,117	0,136	0,139	0,130
4	0,106	0,208	0,123	0,142	0,130	0,082
5	0,089	0,072	0,071	0,086	0,067	0,090
6	0,125	0,123	0,119	0,135	0,110	0,118
7	0,083	0,074	0,092	0,090	0,094	0,110
8	0,118	0,107	0,097	0,057	0,179	0,134

**Tableau F.45 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,152	0,118	0,128	0,134	0,140	0,144
2	0,095	0,154	0,143	0,177	0,217	0,133
3	0,070	0,061	0,085	0,089	0,068	0,074
4	0,097	0,129	0,097	0,134	0,124	0,122
5	0,119	0,123	0,109	0,130	0,113	0,109
6	0,121	0,163	0,136	0,138	0,132	0,166
7	0,080	0,051	0,053	0,082	0,052	0,066
8	0,056	0,095	0,076	0,068	0,134	0,129

**Tableau F.46 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,088	0,220	0,103	0,038	0,058	0,146
2		0,107	0,123	0,092	0,062	0,072
3		0,174	0,135	0,094	0,108	0,052
4	0,082	0,074	0,073	0,082	0,108	0,078
5	0,071	0,119	0,178	0,107	0,108	0,130
6	0,084	0,064	0,071	0,069	0,109	0,128
7	0,117	0,103	0,115	0,104	0,075	0,158
8		0,055	0,026	0,103	0,085	0,112

**Tableau F.47 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,092	0,059	0,100	0,049	0,055	0,057
2	0,130	0,126	0,134	0,114	0,136	0,129
3	0,140	0,079	0,078	0,109	0,051	0,092
4	0,212	0,187	0,240	0,175	0,192	0,190
5	0,082	0,090	0,108	0,079	0,098	0,120
6	0,117	0,124	0,134	0,134	0,134	0,147
7	0,090	0,069	0,148	0,099	0,083	0,142
8	0,075	0,116	0,132	0,081	0,106	0,142



**Tableau F.48 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant éteint**

#syllabe,	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,088		0,106	0,131	0,119	0,133
2	0,067	0,096	0,075	0,066	0,074	0,056
3	0,112	0,180	0,190	0,201	0,207	0,194
4	0,084	0,102	0,084	0,102	0,102	0,101
5	0,047	0,053	0,045	0,045	0,037	0,040
6	0,094	0,129	0,213	0,195	0,115	0,110
7	0,091	0,098	0,079	0,115	0,055	0,095
8	0,061	0,076	0,036	0,066	0,080	0,105

**Tableau F.49 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,090	0,089	0,078	0,082	0,084	0,115
2	0,133	0,122	0,112	0,120	0,135	0,123
3	0,107	0,117	0,091	0,091	0,120	0,070
4	0,205	0,154	0,149	0,150	0,161	0,164
5	0,093	0,075	0,068	0,067	0,065	0,082
6	0,049	0,074	0,056	0,054	0,088	0,065
7	0,077	0,097	0,070	0,103	0,103	0,091
8	0,117	0,109	0,120	0,128	0,070	0,074

**Tableau F.50 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,109	0,074	0,058	0,050	0,097	0,074
2	0,168	0,173	0,193	0,156	0,132	0,138
3	0,129	0,099	0,103	0,107	0,097	0,113
4	0,090	0,118	0,092	0,120	0,058	0,113
5	0,089	0,070	0,067	0,107	0,079	0,071
6	0,145	0,121	0,111	0,110	0,105	0,111
7	0,078	0,087	0,089	0,081	0,101	0,099
8	0,083	0,096	0,170	0,121	0,152	0,130



**Tableau F.51 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,104	0,121	0,106	0,150	0,112	0,107
2	0,230	0,202	0,184	0,182	0,155	0,189
3	0,082	0,078	0,067	0,081	0,083	0,074
4	0,117	0,118	0,120	0,097	0,112	0,115
5	0,113	0,121	0,123	0,148	0,117	0,102
6	0,134	0,122	0,122	0,148	0,153	0,141
7	0,058	0,065	0,069	0,050	0,067	0,058
8	0,101	0,094	0,113	0,133	0,083	0,119

**Tableau F.52 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,105	0,071	0,066	0,130	0,073	0,126
2	0,098	0,089	0,116	0,105	0,088	0,114
3	0,098	0,096	0,144	0,100	0,090	0,075
4	0,082	0,099	0,088	0,087	0,086	0,098
5	0,076	0,071	0,059	0,098	0,068	0,069
6	0,069	0,083	0,069	0,071	0,072	0,062
7	0,122	0,130	0,144	0,110	0,109	0,100
8	0,056	0,123	0,071	0,040	0,077	0,124

**Tableau F.53 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,049	0,060	0,066	0,054	0,050	0,154
2	0,093	0,132	0,131	0,136	0,092	0,137
3	0,077	0,085	0,076	0,091	0,098	0,085
4	0,216	0,224	0,145	0,169	0,145	0,121
5	0,120	0,092	0,078	0,124	0,140	0,065
6	0,142	0,126	0,139	0,147	0,131	0,145
7	0,119	0,072	0,147	0,097	0,152	0,057
8	0,102	0,087	0,091	0,085	0,058	0,064

**Tableau F.54 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,124	0,091	0,099	0,095	0,117	0,091
2	0,064	0,080	0,062	0,060	0,058	0,077
3	0,198	0,159	0,196	0,157	0,181	0,146
4	0,105	0,094	0,086	0,087	0,092	0,075
5	0,146	0,042	0,051	0,063	0,055	0,053
6	0,159	0,114	0,117	0,106	0,146	0,119
7	0,095	0,099	0,094	0,118	0,085	0,086
8	0,124	0,047	0,147	0,071	0,083	0,077

**Tableau F.55 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,073	0,075	0,087	0,091	0,077	0,082
2	0,125	0,116	0,096	0,105	0,129	0,127
3	0,153	0,098	0,148	0,067	0,077	0,091
4	0,123	0,148	0,112	0,171	0,171	0,144
5	0,080	0,076	0,070	0,062	0,062	0,069
6	0,065	0,073	0,078	0,073	0,076	0,053
7	0,128	0,088	0,086	0,125	0,090	0,069
8	0,105	0,089	0,096	0,093	0,096	0,086

**Tableau F.56 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,066	0,055	0,097	0,103	0,087	0,110
2	0,229	0,149	0,179	0,135	0,119	0,133
3	0,099	0,106	0,085	0,099	0,095	0,121
4	0,185	0,109	0,066	0,135	0,071	0,084
5	0,073	0,073	0,092	0,084	0,073	0,072
6	0,131	0,112	0,090	0,147	0,119	0,119
7	0,097	0,079	0,114	0,091	0,122	0,087
8	0,093	0,107	0,091	0,125	0,109	0,124

**Tableau F.57 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,113	0,121	0,131	0,121	0,110	0,141
2	0,135	0,147	0,197	0,141	0,173	0,197
3	0,104	0,065	0,090	0,079	0,074	0,092
4	0,151	0,117	0,094	0,111	0,081	0,116
5	0,111	0,125	0,118	0,142	0,116	0,109
6	0,189	0,132	0,176	0,116	0,123	0,140
7	0,063	0,054	0,066	0,077	0,079	0,062
8	0,075	0,147	0,076	0,065	0,099	0,120

**Tableau F.58 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,078	0,069	0,032	0,059	0,113	0,109
2	0,082	0,083	0,106	0,133	0,128	0,069
3	0,108	0,138	0,077	0,111	0,090	0,080
4	0,101	0,095	0,092	0,113	0,109	0,123
5	0,086	0,058	0,092	0,083	0,086	0,070
6	0,061	0,059	0,064	0,073	0,104	0,136
7	0,113	0,125	0,140	0,125	0,103	0,110
8	0,082	0,098	0,124	0,074	0,108	0,060

**Tableau F.59 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,103	0,041	0,062	0,114	0,071	0,099
2	0,114	0,117	0,138	0,140	0,129	0,130
3	0,080	0,099	0,073	0,086	0,065	0,069
4	0,208	0,115	0,228	0,140	0,172	0,196
5	0,084	0,083	0,136	0,099	0,074	0,092
6	0,121	0,109	0,135	0,144	0,105	0,116
7	0,057	0,114	0,164	0,136	0,122	0,103
8	0,080	0,085	0,085	0,099	0,088	0,067

**Tableau F.60 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 1 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,069	0,093	0,096	0,082	0,089	0,107
2	0,067	0,069	0,058	0,078	0,056	0,084
3	0,200	0,198	0,214	0,202	0,171	0,181
4	0,086	0,090	0,090	0,085	0,078	0,086
5	0,072	0,047	0,079	0,067	0,085	0,037
6	0,158	0,113	0,120	0,111	0,127	0,233
7	0,109	0,120	0,065	0,098	0,098	0,113
8	0,062	0,108	0,079	0,079	0,100	0,089

**Tableau F.61 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,095	0,111	0,104	0,090	0,105	0,098
2	0,166	0,151	0,159	0,123	0,112	0,167
3	0,156	0,159	0,143	0,071	0,099	0,163
4	0,204	0,185	0,198	0,190	0,170	0,168
5	0,105	0,106	0,094	0,100	0,085	0,101
6	0,071	0,092	0,089	0,080	0,107	0,078
7	0,061	0,047	0,058	0,064	0,081	0,055
8	0,115	0,092	0,088	0,109	0,115	0,094

**Tableau F.62 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,067	0,084	0,085	0,105	0,112	0,090
2	0,200	0,162	0,285	0,191	0,192	0,119
3	0,171	0,170	0,175	0,202	0,215	0,212
4	0,085	0,176	0,113	0,170	0,110	0,065
5	0,111	0,088	0,081	0,082	0,123	0,081
6	0,104	0,101	0,116	0,140	0,126	0,129
7	0,109	0,127	0,115	0,101	0,135	0,111
8	0,076	0,081	0,080	0,088	0,086	0,093



**Tableau F.63 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,130	0,150	0,153	0,108	0,141	0,152
2	0,193	0,178	0,153	0,173	0,119	0,169
3	0,144	0,158	0,154	0,154	0,150	0,185
4	0,204	0,193	0,169	0,121	0,178	0,226
5	0,136	0,144	0,112	0,124	0,115	0,153
6	0,241	0,214	0,214	0,236	0,236	0,187
7	0,076	0,076	0,209	0,066	0,067	0,067
8	0,073	0,100	0,086	0,074	0,075	0,102

**Tableau F.64 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,056	0,116	0,100	0,153	0,102	0,082
2	0,120	0,106	0,115	0,128	0,103	0,131
3	0,110	0,113	0,117	0,130	0,081	0,122
4	0,156	0,163	0,152	0,078	0,198	0,172
5	0,113	0,113	0,098	0,115	0,151	0,224
6	0,074	0,059	0,070	0,069	0,069	0,078
7	0,123	0,127	0,117	0,131	0,127	0,140
8	0,064		0,050	0,057	0,080	0,080

**Tableau F.65 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,059	0,030	0,072	0,051	0,051	0,064
2	0,105	0,087	0,131	0,078	0,124	0,124
3	0,076	0,086	0,092	0,073	0,091	0,062
4	0,150	0,161	0,218	0,182	0,208	0,193
5	0,114	0,134	0,190	0,137	0,171	0,177
6	0,099	0,104	0,137	0,095	0,127	0,172
7	0,064	0,061	0,050	0,076	0,059	0,073
8	0,106	0,074	0,081	0,107	0,079	0,071



**Tableau F.66 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,095	0,097	0,067	0,103	0,104	0,087
2	0,070	0,072	0,079	0,089	0,072	0,072
3	0,112	0,249	0,081	0,226	0,125	0,124
4	0,085	0,082	0,078	0,080	0,068	0,088
5	0,058	0,051	0,058	0,052	0,048	0,054
6	0,093	0,093	0,073	0,083	0,098	0,096
7	0,082	0,080	0,085	0,080	0,081	0,080
8	0,082	0,075	0,079	0,053	0,094	0,084

**Tableau F.67 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,094	0,097	0,091	0,090	0,081	0,092
2	0,100	0,154	0,187	0,116	0,127	0,127
3	0,066	0,203	0,132	0,154	0,095	0,065
4	0,174	0,158	0,120	0,192	0,185	0,182
5	0,096	0,095	0,090	0,107	0,090	0,090
6	0,084	0,087	0,088	0,108	0,084	0,092
7	0,053	0,057	0,043	0,067	0,067	0,067
8	0,097	0,101	0,080	0,088	0,101	0,093

**Tableau F.68 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1		0,091	0,095	0,094	0,080	0,116
2	0,163	0,157	0,169	0,153	0,226	0,188
3	0,159	0,144	0,175	0,180	0,220	0,163
4	0,055	0,069	0,071	0,121	0,125	0,053
5	0,069	0,086	0,113	0,104	0,104	0,102
6	0,088	0,133	0,124	0,123	0,115	0,104
7	0,115	0,091	0,116	0,117	0,106	0,110
8	0,101	0,090	0,087	0,098	0,089	0,102

**Tableau F.69 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,116	0,130	0,129	0,153	0,107	0,125
2	0,171	0,163	0,139	0,139	0,110	0,087
3	0,164	0,163	0,151	0,156	0,145	0,172
4	0,123	0,162	0,137	0,138	0,151	0,159
5	0,128	0,098	0,093	0,100	0,090	0,119
6	0,107	0,185	0,210	0,224	0,182	0,212
7	0,060	0,050	0,058	0,057	0,072	0,079
8	0,126	0,107	0,121	0,069	0,094	0,128

**Tableau F.70 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,060	0,145	0,126	0,095	0,045	0,168
2	0,097	0,121	0,137	0,109	0,116	0,122
3	0,070	0,189	0,200	0,108	0,166	0,139
4	0,127	0,148	0,146	0,175	0,145	0,185
5	0,079	0,119	0,197	0,140	0,168	0,144
6	0,059	0,067	0,079	0,076	0,071	0,064
7	0,115	0,133	0,105	0,124	0,124	0,157
8	0,086	0,067	0,060	0,060	0,064	0,070

**Tableau F.71 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,055	0,065	0,046	0,041	0,076	0,045
2	0,089	0,131	0,117	0,104	0,127	0,122
3	0,061	0,052	0,071	0,067	0,111	0,075
4	0,171	0,188	0,219	0,174	0,159	0,202
5	0,109	0,203	0,141	0,130	0,176	0,158
6	0,124	0,106	0,134	0,125	0,211	0,131
7	0,074	0,073	0,090	0,067	0,086	0,086
8	0,063	0,048	0,086	0,096	0,076	0,087

**Tableau F.72 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,085	0,090	0,076	0,088	0,063	0,092
2	0,081	0,070	0,084	0,076	0,071	0,091
3	0,091	0,060	0,168	0,090	0,067	0,066
4	0,074	0,078	0,091	0,076	0,088	0,080
5	0,060	0,062	0,059	0,052	0,053	0,073
6	0,087	0,075	0,077	0,084	0,097	0,106
7	0,076	0,075	0,080	0,088	0,078	0,077
8	0,095	0,156	0,106	0,099	0,088	0,076

**Tableau F.73 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,087	0,069	0,089	0,089	0,071	0,095
2	0,134	0,118	0,133	0,142	0,127	0,140
3	0,186	0,176	0,091	0,049	0,097	0,087
4	0,170	0,153	0,149	0,182	0,142	0,159
5	0,103	0,110	0,087	0,078	0,081	0,087
6	0,095	0,110	0,093	0,103	0,095	0,088
7	0,052	0,063	0,067	0,061	0,054	0,056
8	0,112	0,069	0,068	0,113	0,141	0,054

**Tableau F.74 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,076	0,111	0,086	0,099	0,097	0,108
2	0,173	0,211	0,156	0,177	0,193	0,167
3	0,179	0,180	0,178	0,231	0,179	0,164
4	0,082	0,076	0,104	0,143	0,093	0,057
5	0,122	0,114	0,114	0,089	0,094	0,096
6	0,108	0,104	0,131	0,113	0,127	0,117
7	0,121	0,109	0,124	0,111	0,100	0,101
8	0,098	0,094	0,091	0,084	0,110	0,107

**Tableau F.75 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,115	0,147	0,088	0,114	0,151	0,102
2	0,180	0,133	0,124	0,087	0,122	0,080
3	0,128	0,141	0,149	0,097	0,119	0,096
4	0,179	0,107	0,184	0,144	0,184	0,147
5	0,140	0,092	0,114	0,093	0,099	0,102
6	0,168	0,183	0,155	0,186	0,148	0,162
7	0,186	0,059	0,186	0,045	0,064	0,080
8	0,140	0,086	0,040	0,087	0,087	0,122

**Tableau F.76 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,110	0,075	0,085	0,099	0,121	0,087
2	0,102	0,094	0,113	0,115	0,109	0,118
3	0,143	0,193	0,239	0,141	0,160	0,147
4	0,147	0,096	0,145	0,142	0,126	0,137
5	0,158	0,117	0,140	0,171	0,177	0,110
6	0,074	0,071	0,067	0,064	0,078	0,059
7	0,116	0,120	0,122	0,130	0,114	0,099
8	0,060	0,065	0,057	0,209	0,094	0,066

**Tableau F.77 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,046	0,055	0,070	0,050	0,071	0,042
2	0,116	0,128	0,104	0,093	0,101	0,088
3	0,064	0,069	0,111	0,083	0,072	0,093
4	0,148	0,198	0,259	0,165	0,209	0,175
5	0,159	0,144	0,160	0,148	0,142	0,139
6	0,110	0,128	0,133	0,112	0,128	0,100
7	0,073	0,060	0,084	0,050	0,076	0,070
8	0,086	0,070	0,078	0,075	0,067	0,131



**Tableau F.78 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,102	0,064	0,084	0,064	0,060	0,091
2	0,085	0,082	0,075	0,087	0,075	0,081
3	0,079	0,198	0,189	0,185	0,154	0,251
4	0,076	0,086	0,089	0,089	0,081	0,080
5	0,061	0,051	0,054	0,060	0,055	0,043
6	0,081	0,086	0,094	0,092	0,089	0,079
7	0,076	0,084	0,058	0,097	0,072	0,089
8	0,082	0,068	0,087	0,081	0,095	0,055

**Tableau F.79 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,110	0,095	0,119	0,112	0,091	0,089
2	0,149	0,119	0,140	0,156	0,111	0,111
3	0,165	0,083	0,109	0,133	0,098	0,087
4	0,173	0,154	0,174	0,162	0,159	0,154
5	0,099	0,098	0,083	0,112	0,088	0,080
6	0,100	0,085	0,098	0,112	0,088	0,086
7	0,072	0,075	0,100	0,095	0,065	0,070
8	0,094		0,112	0,112	0,108	0,121

**Tableau F.80 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,073	0,097	0,100	0,109	0,109	0,132
2	0,275	0,165	0,257	0,191	0,129	0,170
3	0,125		0,152	0,173	0,110	0,154
4	0,258	0,062	0,075	0,138	0,103	0,137
5	0,094	0,113	0,102	0,098	0,117	0,114
6	0,119	0,071	0,111	0,118	0,117	0,113
7	0,106	0,114	0,119	0,115	0,095	0,108
8	0,089	0,115	0,116	0,109	0,124	0,107



**Tableau F.81 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,116	0,129	0,114	0,118	0,118	0,090
2	0,139	0,167	0,142	0,160	0,153	0,106
3	0,112	0,153	0,140	0,136	0,118	0,092
4	0,181	0,146	0,117	0,134	0,182	0,137
5	0,074	0,078	0,100	0,080	0,097	0,105
6	0,164	0,176	0,157	0,156	0,159	0,153
7	0,050	0,077	0,060	0,070	0,062	0,062
8	0,137	0,099	0,095	0,085	0,141	0,106

**Tableau F.82 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,104	0,095	0,091	0,080	0,061	0,113
2	0,111	0,103	0,115	0,113	0,118	0,113
3	0,149	0,137	0,130	0,135	0,110	0,146
4	0,173	0,151	0,156	0,118	0,141	0,153
5	0,088	0,108	0,213	0,179	0,143	0,150
6	0,067	0,066	0,058	0,070	0,067	0,071
7	0,083	0,115	0,127	0,118	0,121	0,102
8	0,104	0,093	0,081	0,116	0,094	0,084

**Tableau F.83 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,052	0,039	0,066	0,052	0,066	0,069
2	0,096	0,081	0,091	0,110	0,099	0,105
3	0,122	0,097	0,089	0,082	0,099	0,085
4	0,206	0,201	0,122	0,153	0,184	0,112
5	0,152	0,153	0,195	0,161	0,124	0,078
6	0,115	0,120	0,090	0,117	0,103	0,076
7	0,083	0,078	0,082	0,074	0,068	0,085
8	0,061	0,075	0,092	0,102	0,072	0,118

**Tableau F.84 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 2 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,076	0,073	0,087	0,064	0,091	0,076
2	0,080	0,070	0,075	0,066	0,088	0,072
3	0,087	0,078	0,067	0,102	0,150	0,075
4	0,063	0,072	0,070	0,076	0,076	0,079
5	0,048	0,055	0,049	0,061	0,049	0,046
6	0,097	0,074	0,081	0,119	0,103	0,088
7	0,091	0,066	0,071	0,100	0,075	0,062
8	0,092	0,113	0,082	0,101	0,117	0,128

**Tableau F.85 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,075	0,091	0,034	0,060	0,081	0,074
2	0,093	0,109	0,116	0,129	0,102	0,101
3	0,053	0,070		0,104		0,092
4	0,071	0,060	0,125	0,091	0,093	0,112
5	0,063	0,066	0,055	0,067	0,067	0,077
6	0,073	0,086	0,052	0,071	0,090	0,077
7	0,080	0,066	0,031	0,065	0,053	0,088
8	0,125	0,112	0,129	0,079	0,114	0,147

**Tableau F.86 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,078	0,046	0,039	0,033	0,037	0,068
2	0,191	0,103	0,177	0,190	0,115	0,111
3	0,214	0,138	0,152	0,135	0,115	0,143
4	0,158	0,051	0,078	0,049	0,083	0,052
5	0,067	0,046	0,047	0,057	0,057	0,059
6	0,090	0,083	0,070	0,070	0,078	0,089
7	0,080	0,079	0,105	0,081	0,076	0,073
8	0,071	0,114	0,092	0,146	0,150	0,102

**Tableau F.87 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,115	0,098	0,097	0,100	0,109	0,079
2	0,105	0,128	0,078	0,092	0,094	0,086
3	0,120	0,093	0,129	0,095	0,101	0,113
4	0,120	0,065	0,082	0,067	0,071	0,063
5	0,115	0,084	0,083	0,092	0,112	0,108
6	0,147	0,145	0,158	0,143	0,152	0,129
7	0,056	0,049	0,043	0,048	0,048	0,044
8	0,170	0,107	0,089	0,114	0,167	0,158

**Tableau F.88 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,053	0,056	0,128	0,077	0,104	0,039
2	0,100	0,101	0,075	0,082		
3	0,130	0,106	0,171			
4					0,050	0,089
5	0,049	0,050	0,053	0,040	0,046	0,056
6	0,052	0,070	0,078	0,090	0,072	0,070
7	0,081	0,099	0,136	0,126	0,117	0,115
8	0,099	0,079	0,107	0,079	0,144	0,085

**Tableau F.89 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,069		0,068	0,053		0,069
2	0,091	0,118	0,067	0,125	0,072	0,089
3	0,039	0,093	0,089	0,038	0,088	0,090
4	0,072	0,089	0,199	0,137	0,134	0,153
5	0,083	0,137	0,140		0,122	0,107
6	0,100	0,079	0,102	0,093	0,098	0,088
7	0,080	0,050	0,085	0,044	0,049	0,075
8	0,056	0,082	0,093	0,064	0,070	0,089

**Tableau F.90 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,112	0,087	0,059	0,068	0,107	0,085
2	0,056	0,074	0,068	0,050	0,055	0,073
3	0,087	0,101	0,094	0,142	0,068	0,052
4	0,062	0,050	0,072	0,063	0,068	0,049
5	0,132	0,069	0,045	0,068	0,075	0,052
6	0,042	0,047	0,050	0,046	0,076	0,053
7	0,075	0,092	0,058	0,080	0,093	0,082
8	0,101	0,133	0,079	0,079	0,109	0,093

**Tableau F.91 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,087	0,040	0,039	0,051	0,091	0,083
2	0,134	0,103	0,084	0,056	0,080	0,079
3	0,091					
4	0,082	0,135	0,080	0,097	0,147	0,112
5	0,049	0,059	0,064	0,066	0,069	0,080
6	0,073	0,072	0,073	0,069	0,076	0,068
7	0,066	0,071	0,070	0,057	0,069	0,071
8	0,090	0,148	0,153	0,186	0,184	0,232

**Tableau F.92 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,059	0,053	0,053	0,056	0,036	0,072
2	0,105	0,150	0,097	0,101	0,090	0,103
3	0,115	0,145	0,111	0,142		0,121
4	0,050	0,056	0,046	0,040	0,053	0,065
5	0,059	0,050	0,061	0,048	0,059	0,071
6	0,080	0,056	0,073	0,079	0,086	0,086
7	0,096	0,077	0,084	0,085	0,077	0,092
8	0,145	0,067	0,187	0,163	0,185	0,212



**Tableau F.93 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,113	0,111	0,077	0,089	0,089	0,083
2	0,249	0,114	0,081	0,117	0,086	0,109
3	0,125	0,110	0,113	0,101	0,088	0,112
4	0,101	0,149	0,095	0,116	0,080	0,067
5	0,097	0,095	0,068	0,106	0,118	0,081
6	0,166	0,171	0,102	0,188	0,171	0,179
7	0,064	0,056	0,046	0,074	0,057	0,052
8	0,168	0,121	0,112	0,137	0,100	0,215

**Tableau F.94 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,082	0,105		0,057	0,052	0,034
2	0,074	0,070		0,102	0,062	
3	0,080	0,125		0,087	0,092	
4			0,066			0,075
5	0,066	0,061	0,047	0,062	0,039	0,045
6	0,073	0,057	0,063	0,077	0,058	0,080
7	0,111	0,128	0,106	0,118	0,107	0,116
8	0,084	0,090	0,107	0,067	0,116	0,091

**Tableau F.95 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,092	0,071	0,038	0,057	0,080	
2	0,076	0,128	0,082	0,071	0,056	0,083
3	0,090	0,042	0,089	0,044	0,032	0,092
4	0,099	0,111	0,097	0,090	0,105	0,069
5	0,102	0,079	0,121	0,069	0,056	0,054
6	0,093	0,095	0,086	0,104	0,094	0,102
7	0,074	0,054	0,081	0,074	0,069	0,061
8	0,061	0,082	0,120	0,122	0,167	0,188



**Tableau F.96 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant éteint**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,054	0,131	0,054	0,071	0,083	0,110
2	0,060	0,074	0,055	0,065	0,070	0,060
3	0,076	0,058	0,060	0,063	0,058	0,050
4	0,064	0,060	0,053	0,051	0,063	0,066
5	0,033		0,034	0,055	0,055	0,050
6	0,066	0,036	0,067	0,050	0,058	0,054
7	0,057	0,057	0,080	0,072	0,076	0,076
8	0,054	0,189	0,080		0,112	0,154

**Tableau F.97 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,089	0,068	0,110	0,070	0,073	0,068
2	0,110	0,123	0,123	0,099	0,105	0,109
3	0,051	0,088	0,085	0,086	0,052	0,068
4	0,153	0,131	0,130	0,102	0,110	0,113
5	0,092	0,077	0,093	0,081	0,086	0,084
6	0,090	0,073	0,095	0,071	0,076	0,084
7	0,117	0,095	0,120	0,089	0,098	0,107
8	0,132	0,074	0,130	0,162	0,090	0,136

**Tableau F.98 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,067	0,068	0,040	0,090	0,068	0,055
2	0,180	0,226	0,134	0,223	0,171	0,105
3	0,144	0,229	0,153	0,157	0,130	0,106
4	0,068	0,191	0,066	0,100	0,071	0,050
5	0,069	0,082	0,093	0,095	0,075	0,080
6	0,104	0,109	0,109	0,088	0,087	0,074
7	0,097	0,081	0,097	0,095	0,077	0,100
8	0,128	0,093	0,103	0,218	0,111	0,091

**Tableau F.99 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,105	0,108	0,094	0,106	0,079	0,098
2	0,204	0,133	0,191	0,223	0,181	0,216
3	0,097	0,063	0,074	0,115	0,072	0,102
4	0,168	0,126	0,085	0,092	0,097	0,077
5	0,135	0,081	0,102	0,145	0,086	0,131
6	0,211	0,185	0,174	0,209	0,250	0,278
7	0,071	0,077	0,074	0,055	0,046	0,053
8	0,074	0,099	0,104	0,135	0,192	0,119

**Tableau F.100 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,098		0,088	0,072	0,073	0,083
2		0,091	0,089	0,065	0,069	
3		0,101	0,148	0,163	0,135	
4	0,085	0,165				0,092
5	0,070	0,114	0,074	0,066	0,070	0,050
6	0,092	0,082	0,091	0,090	0,076	0,085
7	0,126	0,136	0,155	0,143	0,145	0,091
8	0,087	0,103	0,108	0,116	0,075	0,094

**Tableau F.101 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,080		0,092	0,084	0,056	0,077
2	0,128	0,100	0,100	0,264	0,100	0,060
3	0,098	0,065	0,063	0,051	0,053	0,074
4	0,151	0,183	0,104	0,120	0,152	0,086
5	0,103	0,115	0,071	0,101	0,135	0,099
6	0,107	0,105	0,117	0,139	0,106	0,111
7	0,074	0,106	0,093	0,055	0,056	0,071
8	0,086	0,114	0,097	0,104	0,081	0,108

**Tableau F.102 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité assertive, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,073	0,068	0,062	0,038	0,055	0,089
2	0,068	0,053	0,067	0,065	0,074	0,061
3	0,097	0,105	0,088	0,106	0,102	0,079
4	0,068	0,069	0,071	0,071	0,070	0,071
5	0,092	0,064	0,092	0,061	0,038	0,063
6	0,065	0,090	0,075	0,038	0,080	0,045
7	0,072	0,078	0,073	0,114	0,091	0,088
8	0,088	0,152	0,115	0,113	0,097	0,109

**Tableau F.103 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « alibi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,089	0,080	0,075	0,099	0,066	0,074
2	0,107	0,108	0,106	0,124	0,114	0,119
3	0,051	0,066	0,075	0,069	0,060	
4	0,115	0,118	0,099	0,173	0,083	0,127
5	0,070	0,087	0,075	0,081	0,062	0,082
6	0,083	0,077	0,087	0,093	0,084	0,083
7	0,111	0,102	0,090	0,112	0,095	0,087
8	0,138	0,108	0,116	0,118	0,132	0,094

**Tableau F.104 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « habits », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,054	0,057	0,062	0,078	0,055	0,072
2	0,162	0,129	0,099	0,143	0,140	0,088
3	0,135	0,059	0,088	0,129	0,111	0,079
4	0,080	0,061	0,062	0,060	0,070	0,051
5	0,071	0,102	0,080	0,120	0,095	0,071
6	0,111	0,107	0,064	0,114	0,085	0,063
7	0,093	0,100	0,092	0,105	0,106	0,100
8	0,124	0,129	0,129	0,101	0,123	0,116

**Tableau F.105 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « julie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,073	0,094	0,100	0,089	0,079	0,103
2	0,101	0,158	0,181	0,174	0,172	0,088
3	0,162	0,101	0,100	0,112	0,093	0,074
4	0,101	0,101	0,093	0,125	0,089	0,084
5	0,143	0,089	0,095	0,138	0,111	0,164
6	0,239	0,172	0,178	0,279	0,169	0,121
7	0,056	0,074	0,069	0,053	0,069	0,061
8	0,132	0,169	0,124	0,201	0,143	0,116

**Tableau F.106 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « magie », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,080	0,068	0,082	0,052	0,033	0,106
2			0,091			
3			0,143			
4	0,077	0,090		0,072	0,080	0,080
5	0,082	0,062	0,077	0,060	0,116	0,049
6	0,109	0,118	0,077	0,098	0,083	0,082
7	0,136	0,144	0,155	0,137	0,125	0,117
8	0,062	0,120	0,090	0,137	0,108	0,118

**Tableau F.107 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « midi », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,060	0,070	0,061	0,053	0,059	0,051
2	0,074	0,102	0,092	0,092	0,090	0,083
3	0,050	0,066	0,048	0,136	0,053	0,132
4	0,121	0,134	0,105	0,142	0,117	0,169
5	0,098	0,144	0,106	0,137	0,116	0,162
6	0,108	0,128	0,089	0,122	0,090	0,117
7	0,080	0,077	0,080	0,086	0,059	0,075
8	0,120	0,114	0,133	0,097	0,143	0,064



**Tableau F.108 - Durées (en secondes) des voyelles de l'énoncé « ordis », modalité interrogative, chez le locuteur Sourd 3 en condition d'implant en marche**

#syllabe	Occurrence 1	Occurrence 2	Occurrence 3	Occurrence 4	Occurrence 5	Occurrence 6
1	0,132	0,098	0,080	0,123	0,070	0,076
2	0,092	0,059	0,075	0,061	0,078	0,061
3	0,061	0,084	0,090	0,076	0,071	0,096
4	0,065	0,064	0,085	0,058	0,090	0,061
5	0,051	0,066	0,079	0,069	0,069	0,030
6	0,062	0,072	0,089	0,085	0,077	0,067
7	0,080	0,071	0,071	0,084	0,082	0,089
8	0,088	0,104	0,081	0,085	0,098	0,096



## APPENDICE G

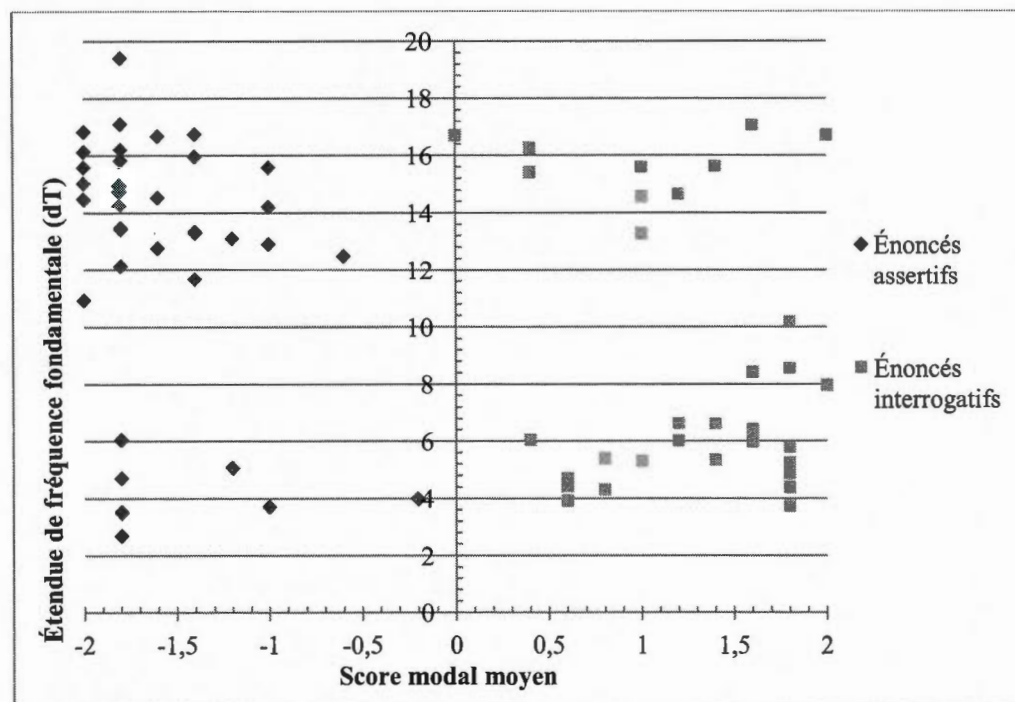


Figure G.1 - SMM en fonction de l'étendue de fréquence fondamentale, participant Contrôle 1

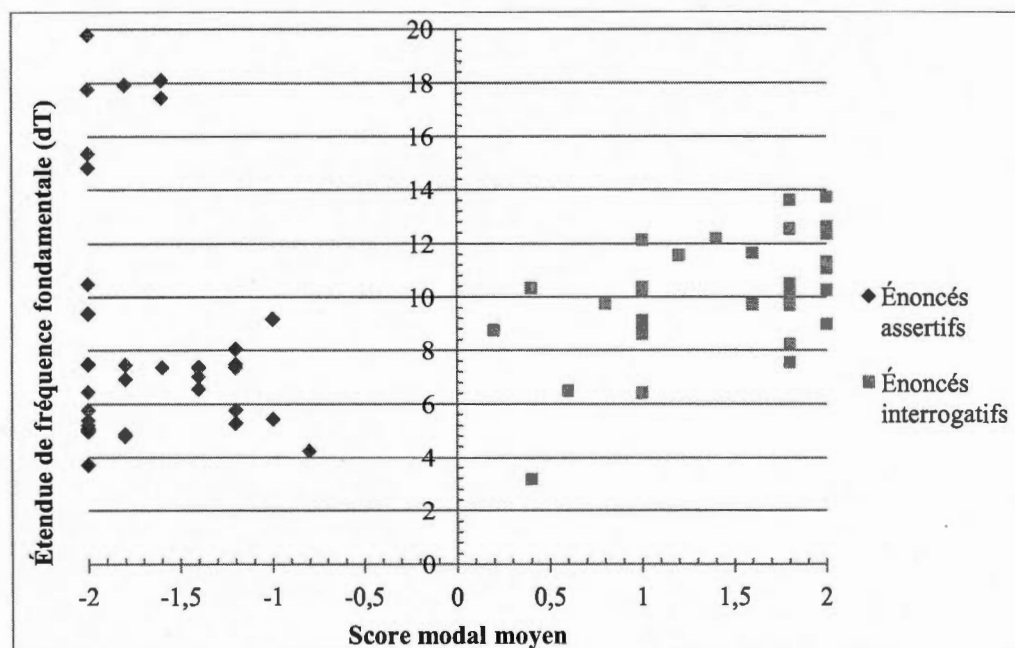


Figure G.2 - SMM en fonction de l'étendue de fréquence fondamentale, participant Contrôle 2

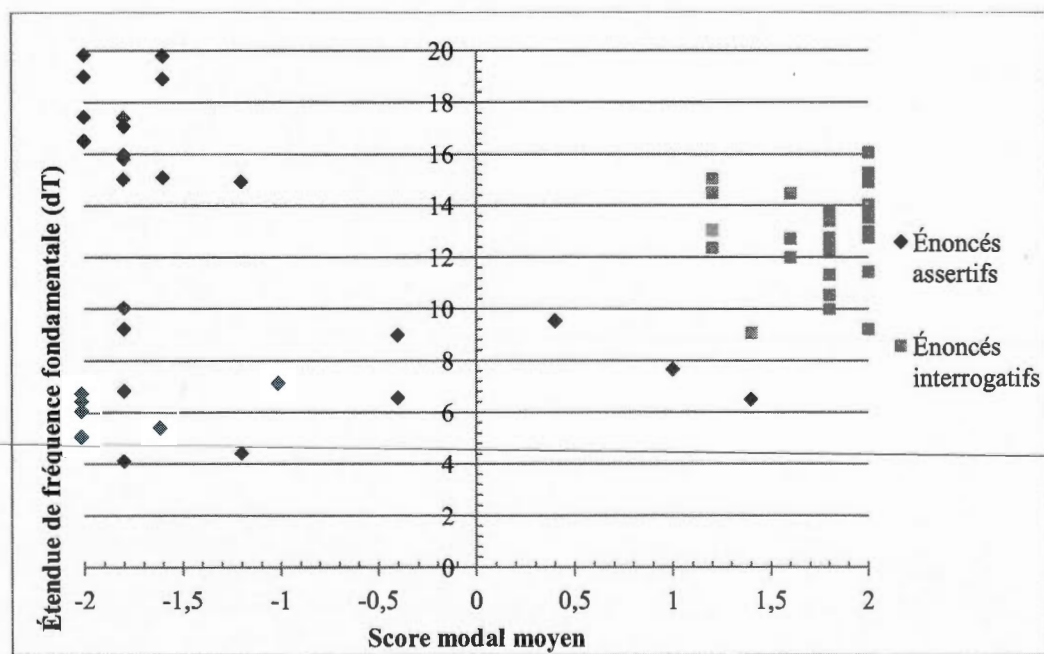


Figure G.3 - SMM en fonction de l'étendue de fréquence fondamentale, participant Contrôle 3

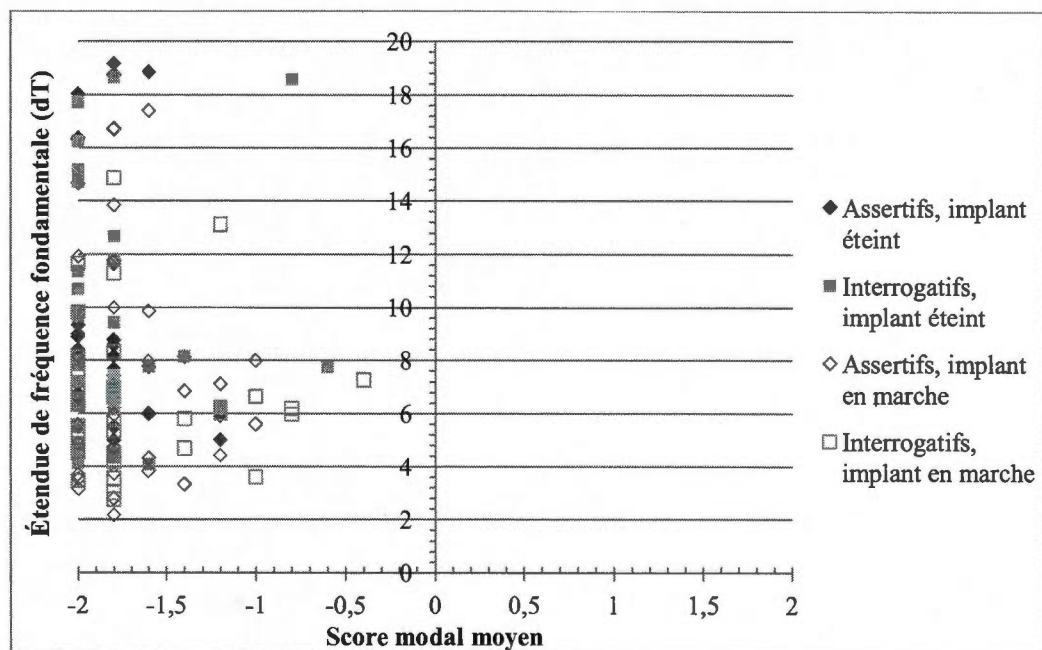


Figure G.4 - SMM en fonction de l'étendue de fréquence fondamentale, participant Sourd 1

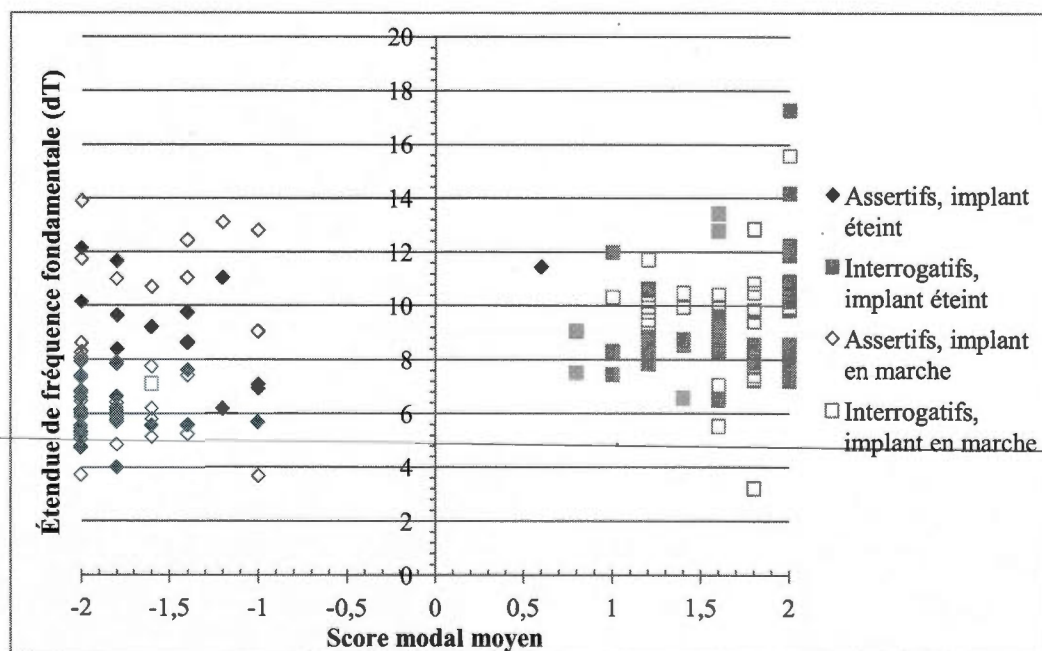


Figure G.5 - SMM en fonction de l'étendue de fréquence fondamentale, participant Sourd 2

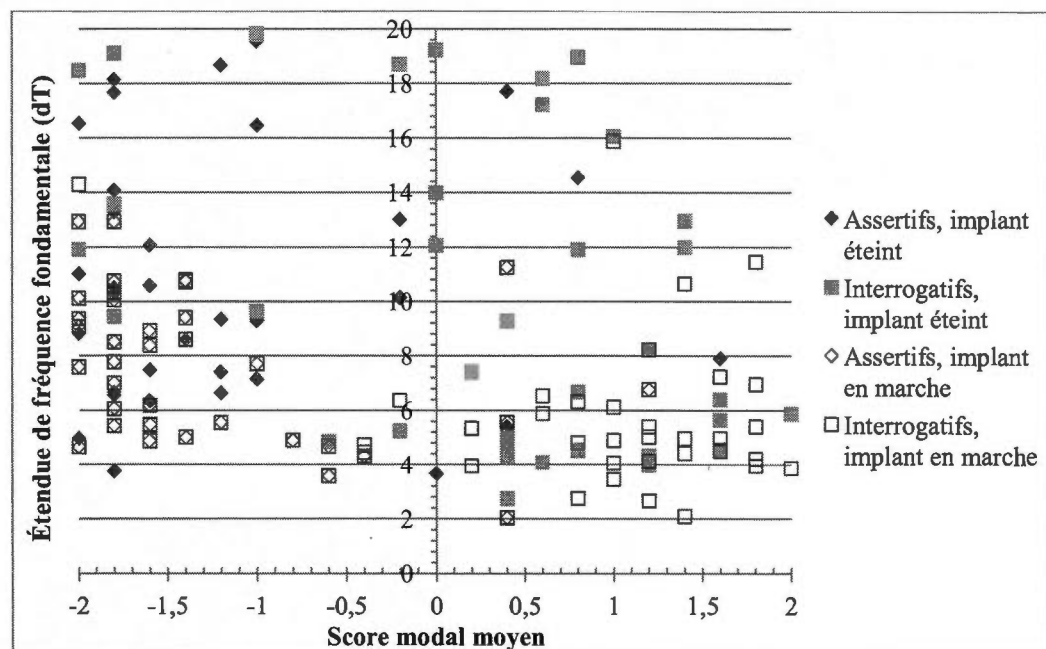


Figure G.6 - SMM en fonction de l'étendue de fréquence fondamentale, participant Sourd 3

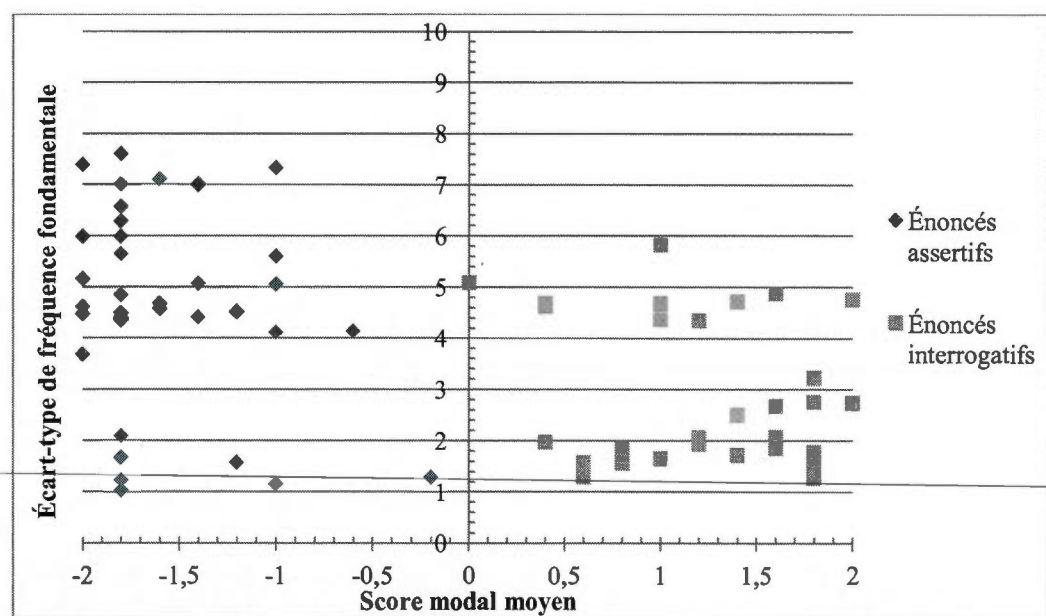


Figure G.7 - SMM en fonction de l'écart-type de la fréquence fondamentale, participant Contrôle 1

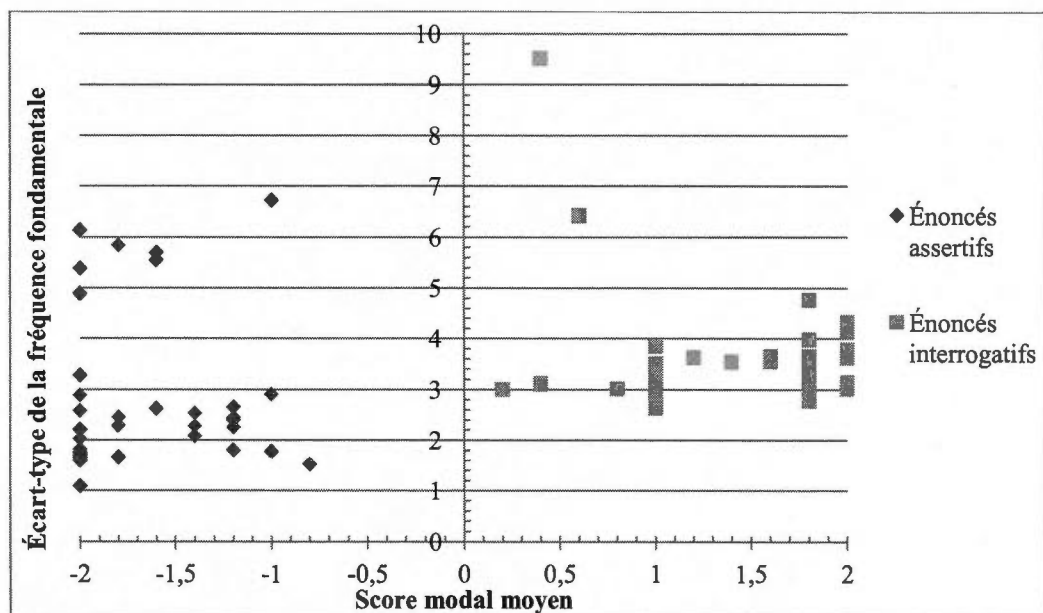


Figure G.8 - SMM en fonction de l'écart-type de la fréquence fondamentale, participant Contrôle 2

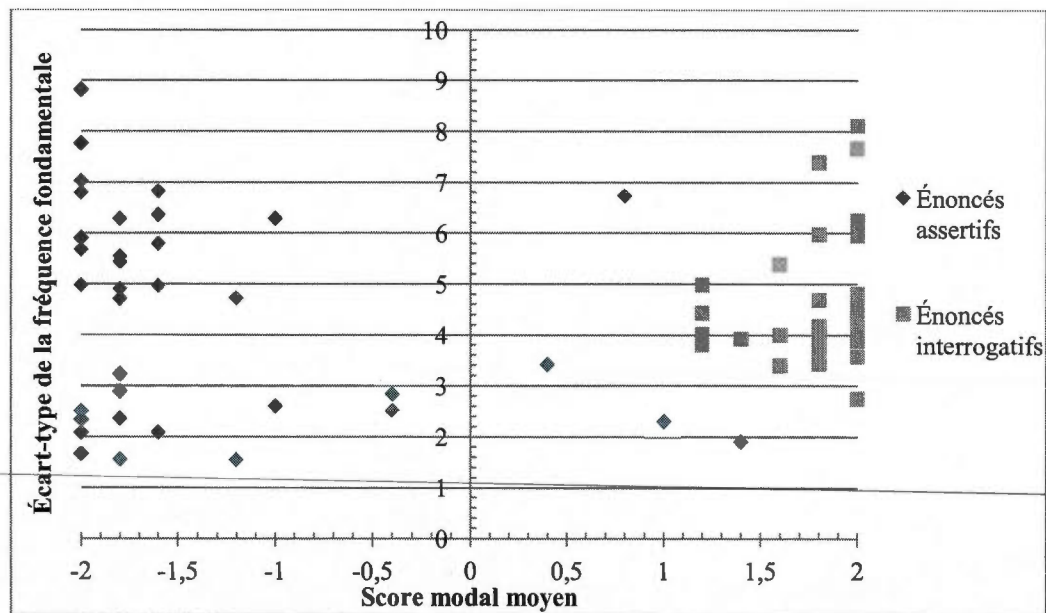


Figure G.9 - SMM en fonction de l'écart-type de la fréquence fondamentale, participant Contrôle 3



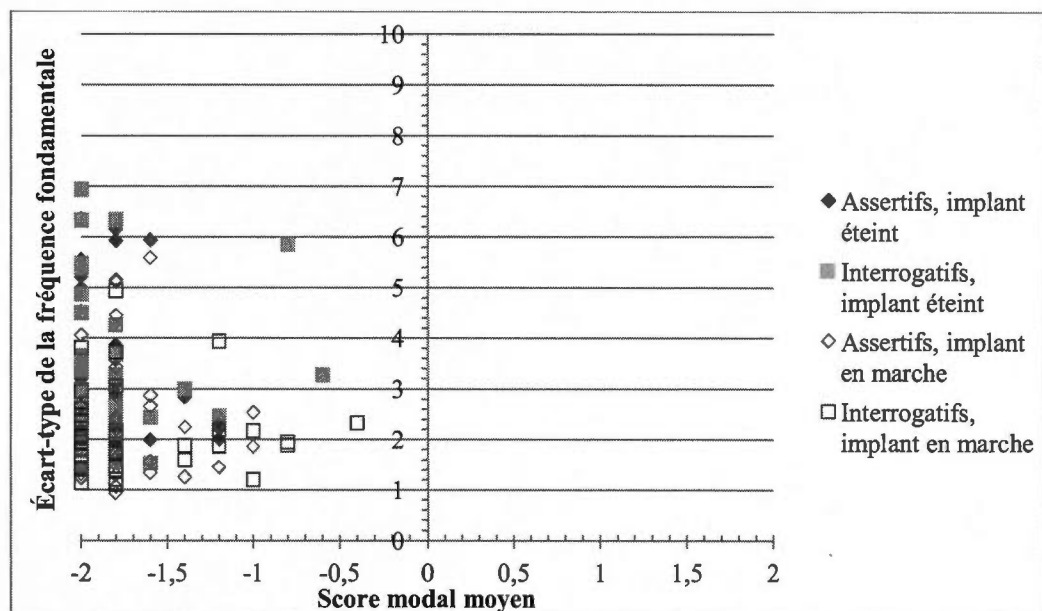


Figure G.10 - SMM en fonction de l'écart-type de la fréquence fondamentale, participant Sourd 1

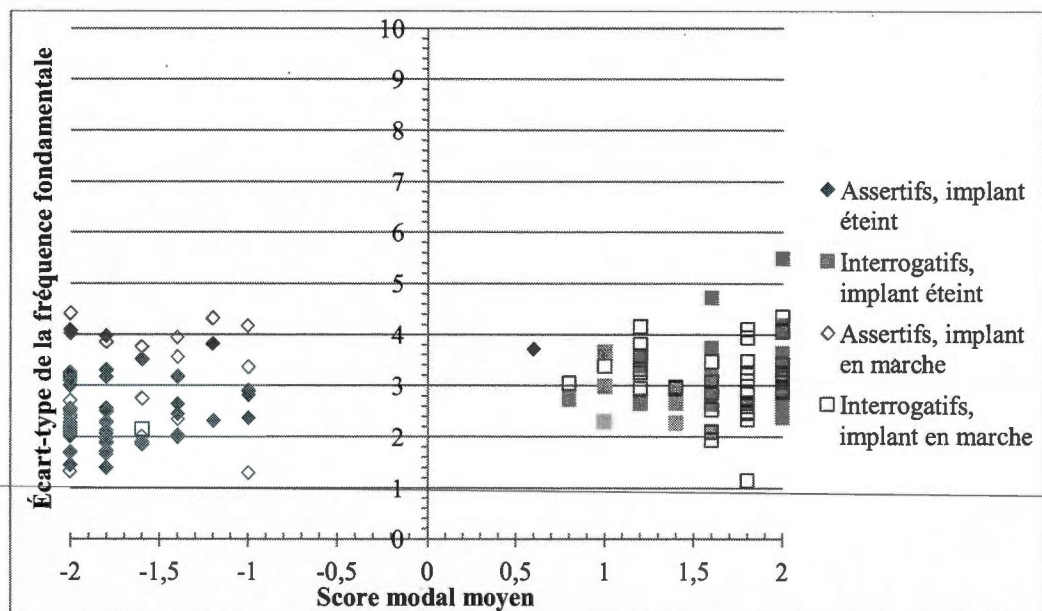


Figure G.11 - SMM en fonction de l'écart-type de fréquence fondamentale, participant Sourd 2

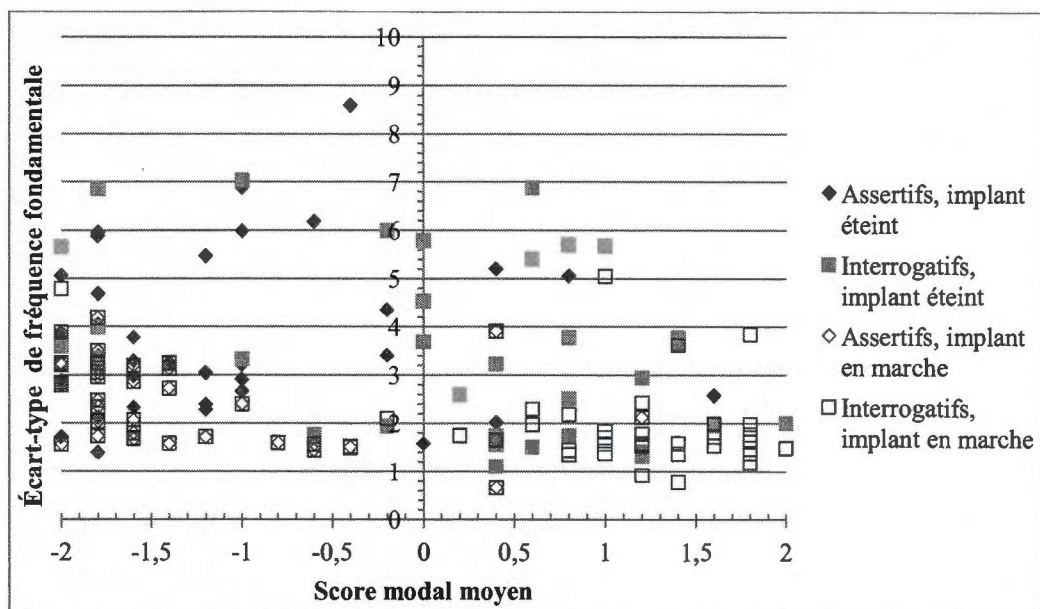


Figure G.12 - SMM en fonction de l'écart-type de la fréquence fondamentale, participant Sourd 3

## APPENDICE H

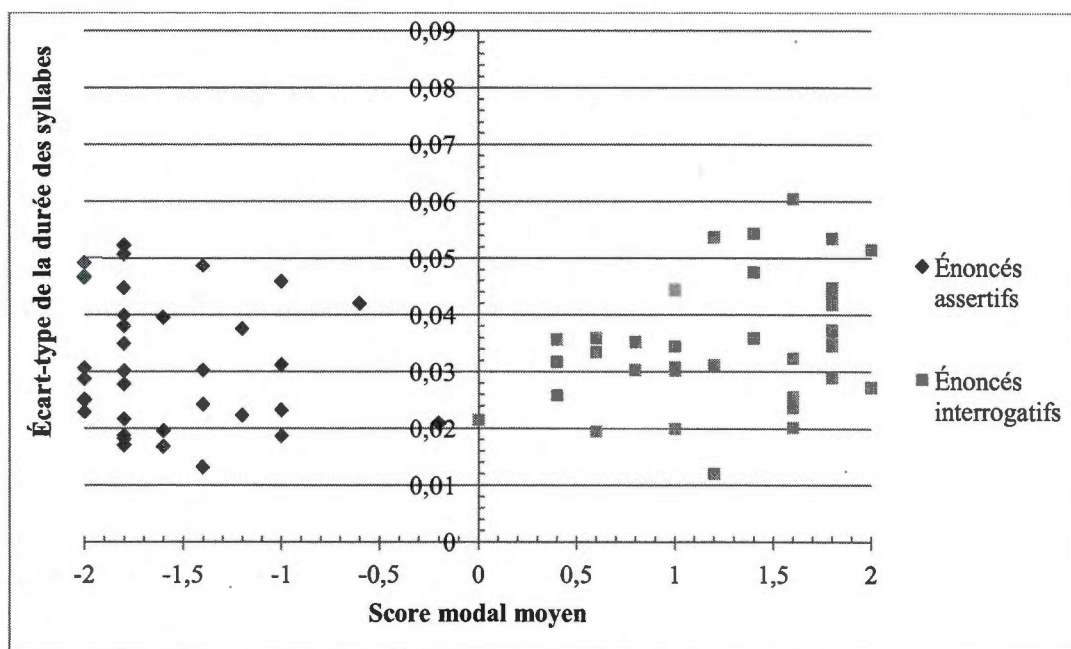


Figure H.1 -SMM en fonction de l'écart-type de la durée des syllabes pour le locuteur Contrôle 1

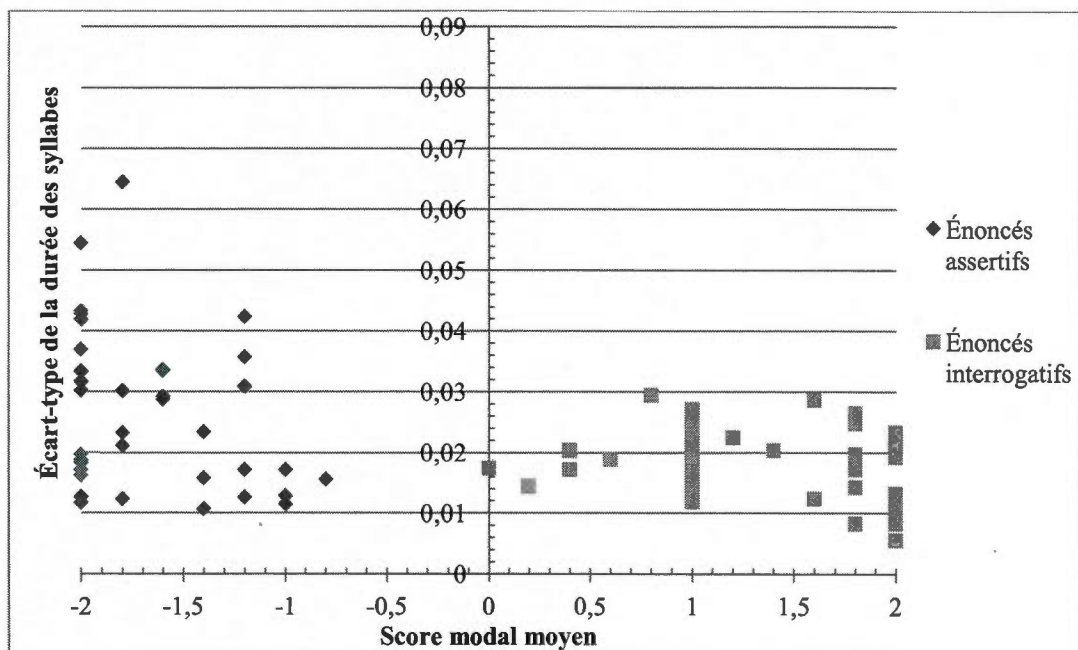


Figure H.2 - SMM en fonction de l'écart-type de la durée des syllabes pour le locuteur Contrôle 2

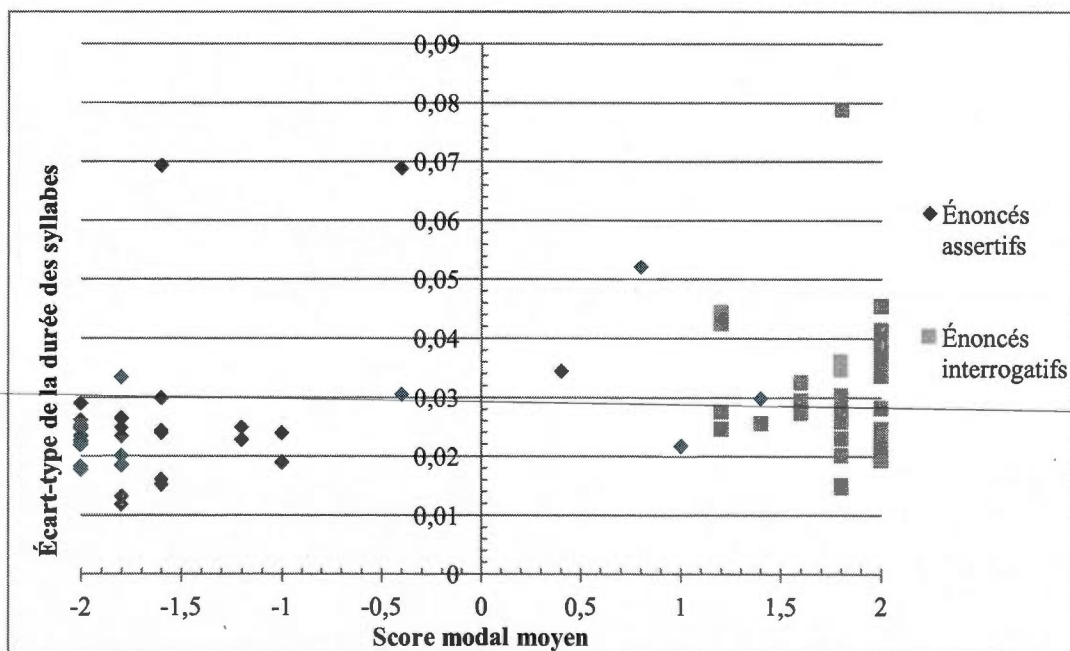


Figure H.3 - SMM en fonction de l'écart-type de la durée des syllabes pour le locuteur Contrôle 3

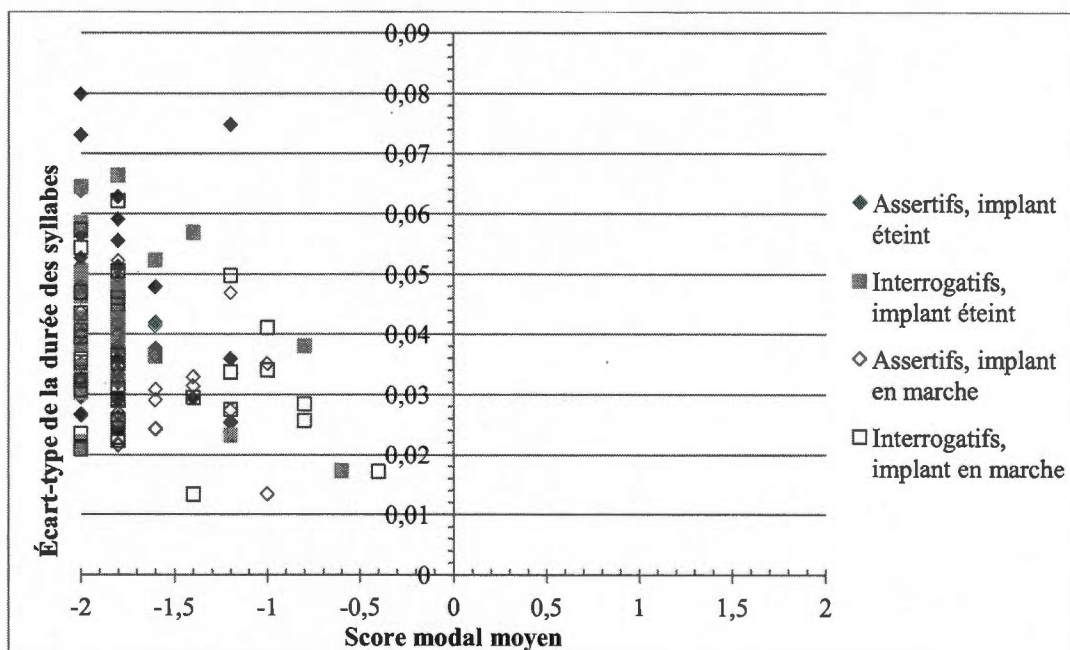


Figure H.4 - SMM en fonction de l'écart-type de la durée des syllabes pour le locuteur Sourd 1

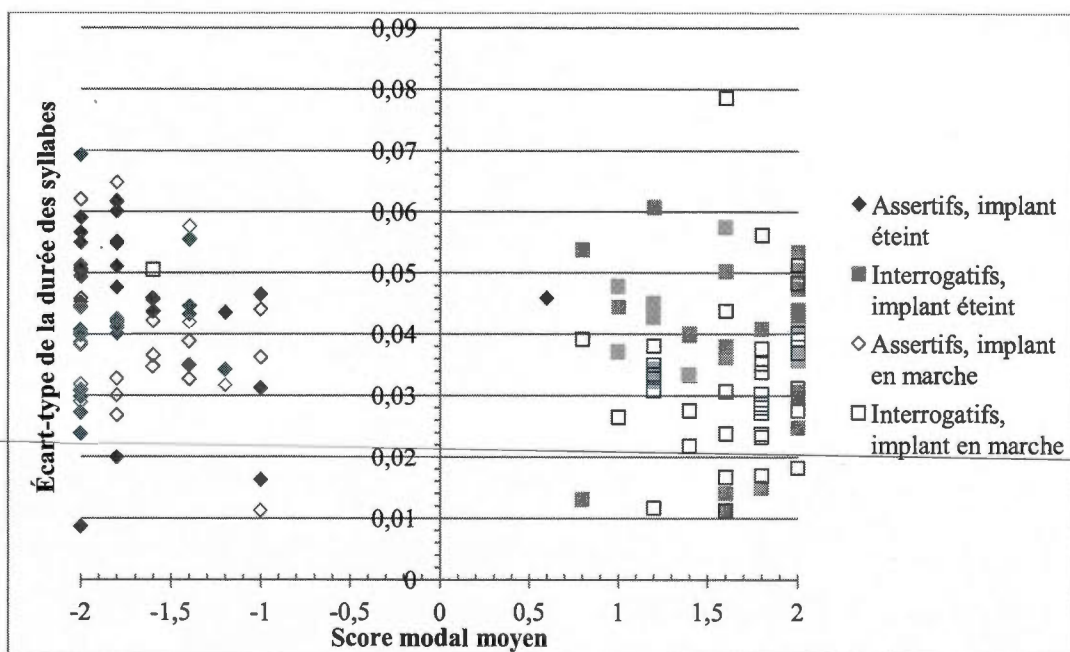


Figure H.5 - SMM en fonction de l'écart-type de la durée des syllabes pour le locuteur Sourd 2



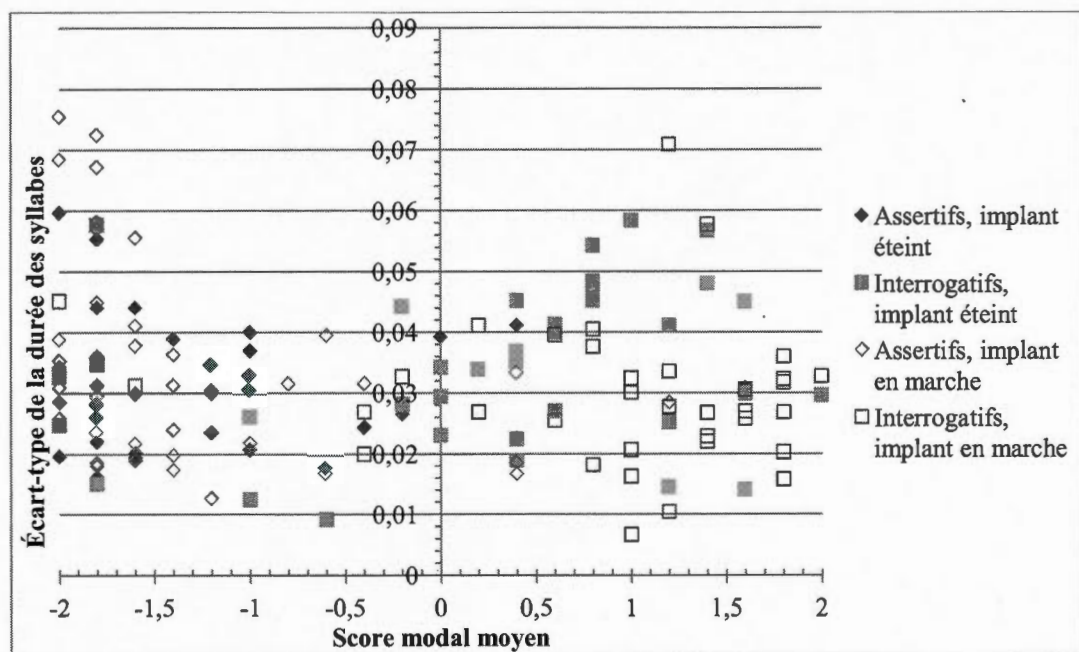


Figure H.6 - SMM en fonction de l'écart-type de la durée des syllabes pour le locuteur Sourd 3

## APPENDICE I

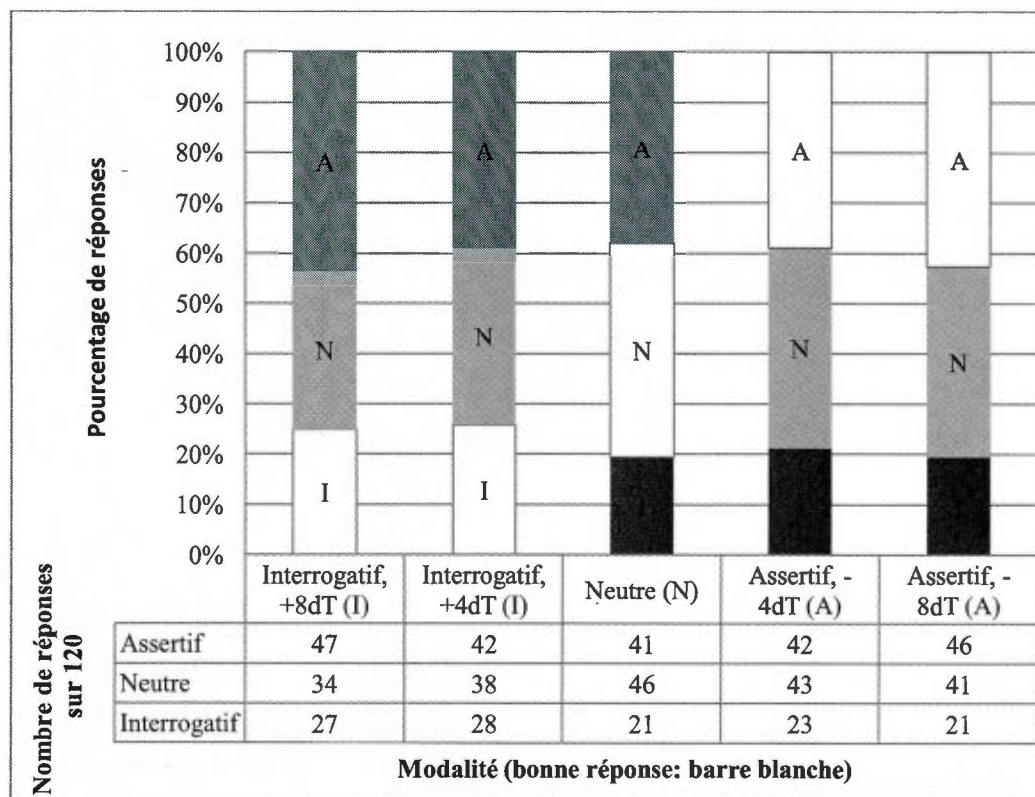


Figure I.1 - Analyse des erreurs (barres grises), tous locuteurs sourds confondus

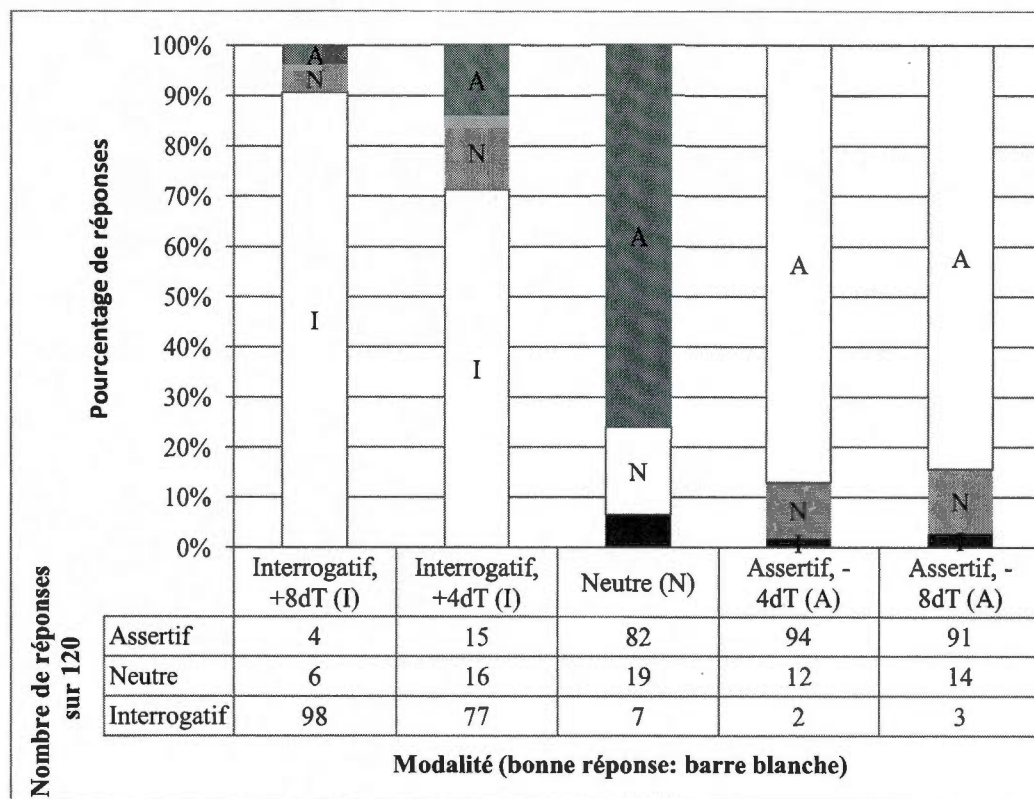


Figure I.2 - Analyse des erreurs (barres grises), tous locuteurs contrôles confondus